

H. nat. 7^{te} 8

Arbeiten
des
Naturforscher-Vereins
zu
R i g a.

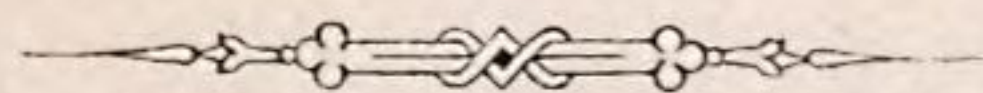
Neue Folge. Siebentes Heft.

R i g a.
Buchdruckerei von W. F. Häcker.
1891.

Arbeiten
des
Naturforscher-Vereins

zu
R i g a.

Neue Folge. Siebentes Heft.



R i g a.
Buchdruckerei von W. F. Häcker.
1891.

Arbeiten

des

Naturforschervereins

von

Дозволено цензурою. Рига, 24 Сентября 1891 г.

1891

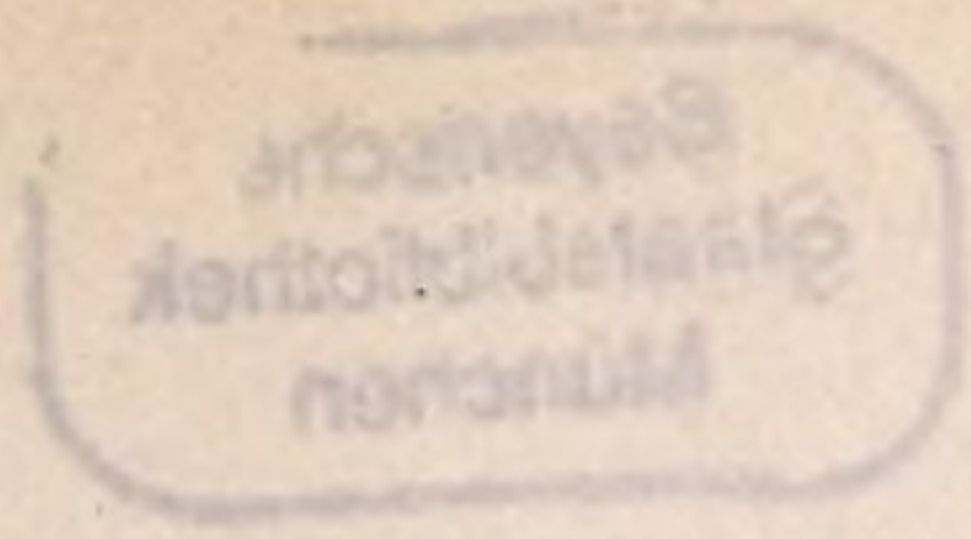
Neue Folge. Siebentes Heft.

—

Riga.

Verlag von W. F. Haken.

1891



Der
Meteorit von Misshof

vom $\frac{29. \text{ März}}{10. \text{ April}}$ 1890

bearbeitet

von

Dr. **B. Doss** und Mag. **E. Johanson.**



I n h a l t.

1. Der Meteorit von Misshof von Dr. Bruno Doss, Docent am baltischen Polytechnikum in Riga.
2. Chemische Untersuchung des Meteoriten von Misshof von Mag. Edwin Johanson, Direktor der Mineralwasser-Anstalt in Riga.

Der
kurländischen Gesellschaft für Pitteratur und Kunst
zum Fest
fünfundsiebzigjährigen Bestehens

am 23. November 1890

glückwünschend dargebracht

vom

Naturforscher-Verein zu Riga.





Der

Königlichen Gesellschaft für Literatur und Kunst

zum 2ten

hundertjährigen Bestehens

am 25. November 1890
in der Sitzung der Gesellschaft

abgehalten worden

von

Carl Schlegel-Scheller



Als einer der ältesten wissenschaftlichen Vereine der Ostseeprovinzen ist die kurländische Gesellschaft für Litteratur und Kunst allen übrigen vorangegangen durch Begründung eines Organes für größere wissenschaftliche Abhandlungen, welches bei dem umfassenden Programm der Gesellschaft sich gegen keinen Zweig menschlichen Wissens verschloß, ganz besonders aber die Erforschung der heimischen Kultur- und Naturverhältnisse sich zur Aufgabe gestellt und dieselbe erfolgreich gefördert hat. Ebenso ist das mit der Gesellschaft für Litteratur und Kunst eng verbundene Provinzialmuseum für uns die erste Stätte geworden, wo Gegenstände provinziellen Ursprungs gesammelt und der wissenschaftlichen Bearbeitung zugänglich gemacht wurden.

Indem der Rigaer Naturforscher-Verein die kurländische Gesellschaft zu ihrer 75jährigen segensreichen Wirksamkeit in den angedeuteten Richtungen beglückwünscht und für die vielfache Förderung auch seiner engeren Ziele den gebührenden Dank ausspricht, erlaubt er sich als eine kleine Festgabe einen Gegenstand darzubringen, der vom Himmel selbst gewissermaßen für die Jubilarin und für das kurländische Provinzialmuseum bestimmt wurde. Es ist dies ein in dem Jubeljahr auf kurlischem Boden gefallener und aufgefundenener Meteorit.

Der Naturforscher-Verein zu Riga war so glücklich, in der Erwerbung des Mißhoffschen Meteoriten vom 29. März (10. April) 1890 seiner kurlischen Nachbarin zuvorzukommen, und zwei seiner Mitglieder haben sich bemüht, das gebotene Material zu einer Festschrift zu verarbeiten. Die mineralogischen und chemischen Untersuchungen haben mehr Zeit erfordert, als anfangs zu erwarten war, daher kann die Abhandlung, welche sich auf den am Festtage in einem größeren Stück übergebenen Meteoriten bezieht, erst jetzt nachgeliefert werden.

Da schon die ersten Jahresverhandlungen der kurländischen Gesellschaft für Litteratur und Kunst eine schätzenswerte Arbeit über einen an der Grenze Kurlands (Signa) gefallenem Meteoriten brachten, so hofft der Naturforscher-Verein, daß auch seine Festgabe freundliche Aufnahme finden und als ein Zeichen der hohen Wertschätzung von seiten des jüngeren Nachbarvereins angesehen werden möge.

Riga, im September 1891.

Im Namen des Naturforscher-Vereins:

Präses: G. Schweder.

Sekretär: A. Haensell.

Der Meteorit von Misshof in Kurland.

Mit Taf. I—IV.

Von Dr. Bruno Doss.

Daten des Falles. Ursachen der Schallphänomene.

Am russischen Gründonnerstag 1890, d. i. am 10. April (29. März a. St.), fiel Nachmittags ungefähr 4 Uhr auf dem Gebiete des Rittergutes Misshof in Kurland, und zwar beim Gesinde Mittel-Stuhre oder Stuhre II, dem Wirth Jacob Stuhre gehörig, ein Meteorstein nieder. Das Gesinde liegt $3\frac{1}{2}$ km östlich vom Rittergut Misshof unter $24^{\circ} 17\frac{1}{2}'$ ö. L. v. Gr. und $56^{\circ} 41\frac{1}{2}'$ n. Br. Misshof selbst ist 12 km in WSW-Richtung von dem kleinen kurischen, hier zu Lande durch seine Schwefelquellen wohl bekannten Badeort Baldohn, 30 km südlich von Riga und ebenso viel östlich von Mitau, der Hauptstadt Kurlands, gelegen. Behufs Orientirung der geographischen Lage benutze man das nach der Rücker'schen „Generalkarte der russischen Ostseeprovinzen“ entworfene Kärtchen auf Taf. I (1 : 605000), auf dem gerade in Bezug auf die Lage von Misshof auf Grund der Reymann'schen Generalstabskarte 1 : 200000 einige Verbesserungen angebracht sind¹⁾. Den ersten Bericht über den Fall des Meteoriten brachte am 5. (17.) April der Baltijas Wehstnesis, eine lettische Zeitung, in seiner Nr. 75. Derselbe lautet in der von Herrn Lehrer Spunde in Riga ver-

¹⁾ Auf der Reymann'schen Generalstabskarte, Sect. Riga, ist das Stuhre-Gesinde nicht verzeichnet. Der Besitzer des Rittergutes Misshof, Herr v. Reichard, hatte auf meine Anfrage hin die Freundlichkeit, mir mitzutheilen, dass an Stelle der auf dieser Karte verzeichneten Oberförsterei Misshof, die zu herzoglichen Zeiten existirte, heute das Stuhre-Gesinde sich befindet. Der Meteorit ist ca. 300 Schritte vom Gesinde niedergefallen, rechts vom Wege, der von Eckau über Luze nach Baldohn führt.

fassten Uebersetzung (Urtext in der Anmerkung¹⁾) wie folgt: „Aus Baldon. Am Gründonnerstage um 4 Uhr Nachmittags vernahm man hier ein sehr starkes, donnerähnlich dröhnendes Getöse, das sich von Osten nach Westen hinzog. Das Getöse rührte von einem Meteor her, das auf dem Felde des Privatgut Misshofschen-Stuhre Gesindes mehrere Fuss tief in den Boden eindringend und die Erde um sich herum aufwühlend niederfiel. Das Meteor wurde ausgegraben. Es wäre wünschenswerth, wenn dasselbe irgend einem Museum übergeben werden würde.“ Von der lettischen ging dieser Bericht in die hiesige deutsche „Zeitung für Stadt und Land“ über (Nr. 76 vom 7. (19.) April), wodurch das Factum des Meteoritenfalles erst zur genaueren Kenntniss interessirter Kreise gelangte. So kam es, dass man in Riga nicht eher als eine Woche nach erfolgtem Falle die ersten Nachrichten über denselben erhielt. Auf Grund derselben wurden sofort sowohl von Herrn Gymnasialdirektor Staatsrath Schweder als von mir, unabhängig von einander, Anstrengungen gemacht, des Meteorsteines theilhaftig zu werden, aber vergebens; er blieb einige Zeit in den Händen von Handelsjuden verschollen, bis es schliesslich Herrn H. Hellmann, Direktor der Riga'schen Stadtrealschule, gelang, ihn von dem in der Nähe des Fallortes besitzlichen Hebräer Abrahamson käuflich zu erwerben. Herr Hellmann übergab den Meteoriten dem hiesigen Naturforscher-Verein, in dessen naturhistorischem Museum derselbe eine bleibende Stätte gefunden hat. Behufs mineralogischer Untersuchung wurde er mir von dem Direktor des Museums, Herrn Staatsrath Schweder, bereitwilligst längere Zeit überlassen, wofür ihm auch an dieser Stelle mein bester Dank ausgesprochen sei.

¹⁾ „No Baldones. Saļajâ zeturdeenâ ap pulksten 4 pehz pusdeenâs sche bija dsirdams ļoti stirps, pehrkonim lihdsigs dimdoschs troksnis, kas wilkâhs no austrumeem us reetrumu pusi. Troksnis zehlas no kahda meteora, kas nokritis Dsimt-Misas Stuhru mahju laukâ, eelihsdams wairak pehdu dsilumâ un wisapkahrt sew isahrdisams semi. Meteors tika israkts. Buhtu wehlejams, ka tiktu nodots kahdam musejam.“

Ueber die näheren Umstände des Falles theilte mir Herr Direktor Schweder, welcher bei dem Besitzer des Rittergutes Misshof, Herrn Eduard von Reichard, Erkundigungen eingezogen hatte, Folgendes mit: „Herr von Reichard hörte in der Nähe des Gutsgebäudes, etwa 5 Werst oder 5 Kilometer von dem Fallort entfernt, einen dumpfen Knall, ungefähr so, wie die Kanonenschüsse von dem etwa doppelt so weit entfernten Uexküll¹⁾ zur Zeit der Schiessübungen des dort befindlichen Artillerielagers zu hören sind. Dem Knall folgte ein orgelartiges lautes Sausen, das etwa 5 Sekunden anhielt. In dem genannten Umkreise von 5 bis 6 Werst soll die Detonation vielfach gehört worden sein, weiter aber wahrscheinlich nicht²⁾. Eine Lichterscheinung ist nirgends wahrgenommen worden. In der Nähe der Fundstelle selbst befanden sich mehrere Landleute und hörten ein plötzliches gewaltiges Donnern und darauf deutlich das Einschlagen eines Körpers in ein Brachfeld. Obgleich dies Einschlagen gesehen und gehört wurde, so begab sich doch Niemand von den Leuten auf das Feld. Dies geschah erst am folgenden Tage, wo der Wirth Jacob Stuhre den Stein hervorholte. Das Loch soll etwa einen Fuss Durchmesser und eine Tiefe von 2½ Fuss gehabt haben und vertical gewesen sein. Der Boden enthält oberflächlich eine geringe Humusschicht und darunter feuchten, festen weissen Sand. Dieses Material war weit herumgeschleudert, so dass die Landleute der Meinung waren, der Meteorit müsse beim Niederfallen rotirt haben. Als Herr von Reichard das Gesinde besuchte, war das Feld schon umgeackert und von dem Loche nichts mehr zu sehen.“

Unter den auf dem Gebiete der russischen Ostseeprovinzen niedergefallenen und bekannt gewordenen Meteoriten

1) Anmerk. des Verf. Uexküll an der Düna liegt ca. 20 Werst vom Rittergute Misshof entfernt.

2) Anmerk. des Verf. Baldohn, woselbst das „donnerähnliche Getöse“ auch gehört wurde (vergl. Zeitungsbericht), liegt 9 Werst vom Stuhre-Gesinde entfernt. Man vergleiche ferner den Nachtrag.

nimmt derjenige von Misshof die 7. Stelle ein¹⁾, während er unter den gesamtrussischen Meteoritenfällen an die 50. Stelle zu stehen kommt, unter Zugrundelegung der bis

¹⁾ Die 6 vorhergegangenen Fälle sind: 1) Kaande-Gesinde an der Ostküste der Pidul-Bucht auf der Insel Oesel, 11. V. (29. IV.) 1855; 2) Igast bei Walk in Livland 17. (5.) V. 1855; 3) Forstei Buschhof südl. Jacobstadt in Kurland 2. VI. (21. V.) 1863; 4) Pillistfer bei Oberpahlen in Livland 8. VIII. (27. VII.) 1863; 5) Nerft in Kurland, 43 Werst südl. Friedrichstadt 12. IV. (31. III.) 1864; 6) Tennasilm bei Allenküll in der Nähe von Weissenstein in Estland 28. (16.) VI. 1872. Ferner fiel am 12. VII. (31. VI.) 1820, nur 2 Werst von der kurischen Grenze entfernt, bei dem Dorfe Lasdany bei Lixna (Gouv. Witebsk) ein Meteorit.

Anhangsweise möge es gestattet sein, an die Beschreibung eines Meteoritenfalles bei Dorpat zu erinnern, wie sie sich im ältesten Kirchenbuche der Pfarre zu Camby bei Dorpat befindet, und mit der wir durch Hasselblatt bekannt gemacht worden sind (Sitzungsber. d. gelehrt. estnischen Ges. zu Dorpat 1882, p. 195. Vergl. auch Grewingk: Archiv f. d. Naturkunde Liv-, Est- und Kurlands. Bd. IX, p. 157; 1882). Der originelle Bericht lautet: „Anno 1704 den 19. Julii, nachdem die Stadt Dörpt den 13. ejusdem mit Accord an die Grosszarische Maj. übergegangen, war dieses Phänomenon nach 6 Uhr Nachmittag: eine helpolirte Feuer-Kugel entstande von zwischen Morgen und Mittag und flog gegen Mitternacht, crepirte auch wie eine Raquete. E diametro hörte man eine $\frac{1}{4}$ Stunde darnach 2 Canonen-Schüsse dumpfig knallen und viele Musqueten-Schüsse, gleich battailionweise abgelassen. Etliche Russen haben aufm Duhm (d. i. eine mit Befestigungswerken versehene Höhe. Anmerk. v. Grewingk) damahlen gehöret Hornpauken, Trompeten, Dragoner-Margse und gemeinet, der Hellehauffen Schwedischer Armée wäre im Anzuge, um die occupirte Stad wieder zu erobern.“ Die Fortsetzung dieses Berichtes lautet: „Anno eodem, noctu vor Ostern, am stillen Freytage, war dieses Phänomenon von Nord-Osten für Dörpt: viele Feuer-Kugeln wurden hinein geworffen. Solches endigte eine Action.“ Beide Ereignisse, das erste sicherer als das zweite, haben wir jedenfalls als Meteoritenfälle resp. -schauer zu deuten.

Endlich möchte ich an dieser Stelle nicht unerwähnt lassen, dass vor kurzer Zeit in Riga Meteoriten wahrgenommen wurden, deren Fallort sich leider nicht eruiren liess (es war Abend), und die bis zur Zeit auch nicht gefunden worden sind. Aus den Berichten zweier Beobachter (Rigaer Tageblatt Nr. 70 und 71 vom 27. und 28. März (8. u. 9. IV.) 1891 geht hervor, dass am 24. III. (5. IV.) Abends mehrere Meteore, und zwar um 8^h 15^m zwei in grünlichweissem Lichte leuchtende Kugeln mit Schweifen von „ca. 7—8 Fuss Länge“ in fast

zum Jahre 1890 reichenden Liste von Melnikow¹⁾, in welcher 49 Fälle verzeichnet werden.

Der Meteorit von Misshof ist ringsum von einer schwarzen Kruste umgeben. Abgesehen von einigen geringfügigen Lädigungen der Schmelzrinde²⁾ sowie einem Sprunge, hat er beim Auffallen keinerlei Beschädigungen oder Zerstückelungen erlitten, was bei dem sandigen Boden des Fallortes nicht besonders Wunder nehmen kann. Genannter Sprung ist auf der Schmelzrinde ca. 10^{cm} weit zu verfolgen, dringt aber nicht sehr tief in das Innere ein. Beim Anschlagen mit einem metallenen Gegenstande giebt der Stein an der Sprungstelle einen etwas dumpferen Klang als an den übrigen. Da die Schmelzrinde sich längs des Sprunges nicht nach dem Innern fortsetzt, so kann derselbe nicht etwa einer im Entstehen begriffenen, nicht vollkommen zur Ausführung gelangten Zerberstung während des Fluges durch die Erdatmosphäre zugeschrieben werden, sondern lediglich dem Aufprall. Uebrigens ist es nach den Untersuchungen über die Gestalt und die Schmelzrinde ausgeschlossen, dass

horizontaler, wenig geneigter Richtung von SW nach NO dahinschossen, während um 8^h 48^m ein Meteor mit glänzendem hellbläulichem Schweif von W nach O seinen Weg in ziemlich horizontaler Richtung nahm mit „relativ nicht bedeutender Geschwindigkeit“ und 8—10 Sek. sichtbar blieb. In beiden Fällen verlöschten die Meteore, bevor sie den Horizont erreichten. Mündliche Mittheilungen eines anderen Beobachters, die mir zu theil wurden, stimmten mit diesen Berichten überein.

Ohne auf das folgende Moment besonderes Gewicht legen zu wollen, will ich doch nicht unerwähnt lassen, dass sowohl der beobachtete Fall von Misshof, als auch obige in der Nähe von Riga niedergegangene, aber nicht gefundene Meteoriten noch in derjenigen von Döll (Neues Jahrb. f. Min. 1883 II, 185 Ref.) hervorgehobenen Zone von 4³/₄ Längengraden (19° 34' bis 24° 19' ö. v. Gr.) gelegen sind, welcher bereits eine grosse Zahl und besonders sehr bedeutende Meteoritenfälle angehören.

¹⁾ Перечень русских метеоритовъ. Горный Журналъ 1891, п. 101 (Aufzählung russischer Meteorsteine; Bergjournal 1891, p. 101).

²⁾ Taf. III links unten und von der Mitte aus ein wenig rechts oben. Die beiden parallelen scharfen Linien links unten sind künstliche Einschnitte in der Schmelzrinde.

der vorliegende Meteorit etwa nur ein Bruchstück von einem grösseren sei, der sich in der Atmosphäre, noch bevor er in den Gesichtskreis der Beobachter kam, zertheilt habe, und von dem die übrigen Stücke nur nicht bekannt geworden seien. Die Schmelzrinde ist, wenn wir die Unterschiede, welche durch die Orientirung bedingt sind, nicht berücksichtigen, zu gleichmässig und die Abrundung der Kanten und Ecken eine zu bedeutende, als dass eine entgegengesetzte Annahme auch nur einige Wahrscheinlichkeit für sich hätte. Es liegt vielmehr ein Himmelskörper vor, der, in unsere Atmosphäre gelangt, nur infolge der Abschmelzung einen Theil seiner ursprünglichen Grösse einbüsste und in seiner Gestalt Veränderungen erlitt. Wenn wir es demnach mit einem sog. ganzen Stein zu thun haben, so kann auch der von Herrn v. Reichard gehörte kanonenschussähnliche Knall nicht von einer durch die Bildung von Sprengstücken verursachten Detonation (im Sinne Daubrée's) herrühren, sondern muss in anderen Vorgängen begründet sein.

Gewöhnlich macht man nach dem Vorgange von Haidinger die Annahme, dass der bei Meteoritenfällen so oft gehörte kanonenschussähnliche Knall dadurch entstehe, dass die Luft in dem Augenblicke, in welchem der Meteorit durch den Widerstand der Atmosphäre zum Stillstand gelangt ist, in den „leeren Raum“ hinter dem Steine hineinstürze. Wenn nun auch sicherlich ein leerer Raum hinter dem Meteoriten existirt, so lange er noch seine grosse Anfangsgeschwindigkeit von einigen Meilen pro Sec. besitzt, so können wir doch nicht annehmen, dass ein solcher auch dann noch besteht, wenn die Geschwindigkeit vor dem „Stillstand“ eine sehr geringe geworden ist, geringer als diejenige, mit der die Luft in einen luftleeren Raum unter den gegebenen Bedingungen eindringt. Die Luft wird in einem solchen Falle vielmehr direkt an der Rückenseite in den luftverdünnten Raum in Wirbeln abfliessen und es zur Bildung eines leeren Raumes gar nicht kommen lassen. Aber auch in den schnellen Anfangsstadien kann der durch das Einschlagen der Luft

in den leeren Raum hinter dem Meteoriten erzeugte Schalleffekt kein Knall sein, sondern es muss, da die den akustischen Vorgang bedingenden Ursachen eine Zeit lang und unter stets wechselnden Verhältnissen andauern, ein mehr oder minder mächtiges Geräusch entstehen. Um den Schwierigkeiten der Haidinger'schen Schallerklärungstheorie zu begegnen, erklärte sich neuerdings J. Bosscha¹⁾ den kanonenschussähnlichen Knall wie folgt: „Die Luft, die von allen Seiten in den leeren Raum hinter dem Meteorit stürzt, bringt einen Schall hervor auf dieselbe Weise wie der Donner, dem er auch im Klange gleicht. Letzteres findet man auch oft in den Berichten von Meteoritenfällen erwähnt. Wenn aber während eines Theiles der Bahn der Abstand zwischen dem Meteoriten und dem Zuschauer jede Secunde 340 m geringer wird, so kommt der Schall, welcher in jedem Punkte dieser Bahn hervorgebracht wird, gleichzeitig bei dem Zuschauer an; dadurch wird das Geräusch so sehr verstärkt, dass es den Eindruck eines Kanonenschusses macht.“ Diese Erklärung ist ebensowenig stichhaltig wie die Haidinger'sche. Denn erstens ist die Bewegung des Meteoriten in Folge des constant wirkenden Luftwiderstandes keine gleichförmige, auch nicht auf einem Theile seiner Bahn, vielmehr eine verzögerte, und zweitens gelangt der Meteorit auf seinem Laufe durch die Atmosphäre in Luftschichten von immer wechselnder Temperatur, welche letztere bekanntlich die Schallgeschwindigkeit beträchtlich modificirt (gesteigerte Temperatur erhöht die Schallgeschwindigkeit).

Da noch keine genügenden Erklärungen der Schallercheinungen bei Meteoritenfällen gegeben worden sind, so möchte ich mir gestatten, auf einige neuere physikalische Publikationen die Aufmerksamkeit zu lenken, welche mir für die Beantwortung der vorliegenden Fragen von grosser Bedeutung zu sein scheinen, wenn auch in Bezug auf ihre endgiltige Lösung noch lange nicht das letzte Wort gesprochen

¹⁾ Ueber den Meteorit von Karang-Modjo oder Magetan auf Java. Neues Jahrb. f. Miner. B. B. V, p. 137. 1887.

sein wird. Es ist dies die hochinteressante Reihe von Versuchen, welche E. Mach¹⁾ in Verbindung mit anderen Forschern seit 1887 angestellt hat, und die sich auf die photographische Fixirung der Vorgänge in der Luft vor und hinter einem in Bewegung befindlichen Geschosse beziehen. Die Fixirung gelang unter Anwendung des Töpler'schen Schlierenapparates und der Momentphotographie. Die erhaltenen Resultate bestehen in Folgendem.

Bewegt sich ein Körper — in den Versuchen ein Gewehrprojectil — durch die Luft mit einer Geschwindigkeit, welche die gewöhnliche Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles von 340 m/sec übersteigt, so bildet sich an seiner Vorderseite eine stationäre Kopfwelle²⁾, die in der Schussrichtung mit einer der Projectilgeschwindigkeit gleichen Geschwindigkeit sich fortpflanzt. Nimmt die Projectilgeschwindigkeit ab, so eilt der Scheitel der Kopfwelle etwas voraus, bis die Dichte so weit vermindert ist, dass die Schallgeschwindigkeit auf den Werth der verkleinerten Projectilgeschwindigkeit gesunken ist. Wird die Projectilgeschwin-

¹⁾ E. Mach und P. Salcher: Photographische Fixirung der durch Projectile in der Luft eingeleiteten Vorgänge. Sitz.-Ber. d. Wiener Acad. Bd. 95, Abth. II, p. 764 (1887), sowie Annalen d. Physik und Chemie N. F. Bd. 32, p. 277.

E. Mach und P. Salcher: Ueber die in Pola und Meppen angestellten ballistisch-photographischen Versuche. Sitz.-Ber. d. Wiener Acad. Bd. 97, Abth. IIa, p. 41 (1888).

E. Mach: Ueber die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des durch scharfe Schüsse erregten Schalles. Ebenda Bd. 97, p. 1045, und Bd. 98, p. 41 (1889).

E. Mach: Ueber die Schallgeschwindigkeit beim scharfen Schuss nach von dem Krupp'schen Etablissement angestellten Versuchen. Ebenda Bd. 98, Abth. IIa, p. 1257.

E. Mach und P. Salcher: Optische Untersuchung der Luftstrahlen. Ebenda Bd. 98, p. 1303, u. Annal. d. Phys. u. Chem. N. F. Bd. 41, p. 144.

E. Mach und L. Mach: Weitere ballistisch-photographische Versuche. Sitz.-Ber. d. Wiener Acad. Bd. 98, Abth. IIa, p. 1310.

²⁾ In ähnlicher Weise bildet sich am Bug eines Schiffes eine stationäre Welle, wenn die Geschwindigkeit des Schiffes grösser ist als die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wasserwellen.

digkeit endlich kleiner als die normale Schallgeschwindigkeit, so eilt die Kopfwelle mit der gewöhnlichen Geschwindigkeit von 340 m/sec voraus, ist also nicht mehr stationär. Die Kopfwelle ist eine Schallwelle, die auf Kosten der Energie des Geschosses erregt und erhalten wird. Die acustische Wirkung der Kopfwelle besteht in einem Knall.

Uebertragen wir nun diese aus theoretischen Untersuchungen und aus Versuchen gewonnenen Resultate auf die Schallerscheinungen bei Meteoritenfällen, so ist die Wahrscheinlichkeit der Annahme eine grosse, dass der kanonenschussähnliche Knall, welcher so oft gehört wird, nichts anderes ist als die Knall-Kopfwelle, welche sich vor dem Meteoriten auf seinem Laufe durch unser Luftmeer bilden muss, die anfangs mit derselben Geschwindigkeit wie der Stein sich vorwärts bewegt und erst von dem Momente an dauernd vorausseilt, in welchem der Meteorit durch die Erregung der Schallwellen, durch Bildung von Luftwirbeln hinter sich und durch die Reibung an der Luft — welche drei Vorgänge das ausmachen, was man gewöhnlich als den „Widerstand der Luft“ bezeichnet — eine Geschwindigkeit erreicht hat, die unter der in den betreffenden Höhen geltenden normalen Schallgeschwindigkeit steht. Eine zweite Knallwelle, die bei abgeschossenen Projectilen durch die Ausdehnung der Pulvergase hervorgerufen wird, kann bei den Meteoriten kein Analogon haben, da hier die gleiche Ursache fehlt. Weil man aber doch öfters mehrere Detonationen nach einander hört, so müssen in diesen Fällen noch andere Ursachen vorhanden sein, und da liegt es nahe, an die möglichen Zerberstungen des Meteoriten in der Atmosphäre zu denken, die öfters thatsächlich beobachtet worden sind. Bei dem Niedergang des Misshofer Meteoriten fand keine Zerberstung statt und es wurde auch nur ein Schlag gehört (dem Bericht des Herrn von Reichard ist eine grössere Bedeutung beizumessen als der Zeitungsnotiz). Es wäre nicht uninteressant, die Meteoritenliteratur darauf hin zu studiren, ob bei Meteoritenschauern stets mehrere schuss-

ähnliche Detonationen wahrnehmbar gewesen sind, ob dies auch stattfand, wenn nur ein Stein fiel, und ob in diesem Falle der Meteorit nicht doch Erscheinungen zeige, die auf eine Zerberstung in der Atmosphäre hindeuten, obgleich nur ein Stein gefunden wurde.

Ausser dem scharfen Knall hört man bei Meteoritenfällen gewöhnlich ein Geknatter, donnerähnliches Rollen oder auch, wie in unserem Falle von einem Beobachter angegeben wird, ein Zischen und Sausen. Diese Geräusche können auf verschiedenen Ursachen beruhen. Zunächst wird das Ohr nicht allein die direkte Knallwelle (Kopfwelle) vernehmen, sondern bald darauf verschiedene Reflexionen derselben vom Boden, von Wolken etc. Diese von ungleich grossen und ungleich entfernten Flächen reflektirten Wellen dürften das Rollen bedingen, genau so, wie das charakteristische Geräusch des sich wiederholenden polternden Donnerrollens auf diesen Ursachen beruht. Das Sausen, eine Schallerscheinung, die einen periodischen Wechsel der Luftverdichtung erfordert, kann möglicherweise in denjenigen Wellen seine Ursache haben, welche der Meteorit fortwährend an seinem Kopfe erzeugt während desjenigen Theiles seines Laufes, auf dem die Geschwindigkeit unter die Normalgeschwindigkeit des Schalles gesunken, die eigentliche stationäre Knallwelle ihm also vorausgeeilt ist. Es kann das Sausen aber auch vielleicht durch die Luftreibung bedingt sein, die ihrerseits sowohl in der Umgebung der Contur des Meteoriten, als bei den Luftströmungen hinter ihm entstehen muss. Auf erstere wird durch die Untersuchungen Strouhal's¹⁾ über die „Reibungstöne“ einiges Licht geworfen, Untersuchungen, die zu dem Resultate führten, dass bei der gleichförmigen Bewegung eines Körpers in der Luft periodische Luftbewegungen entstehen durch Reibung zwischen der dem festen Körper innig adhärirenden Luftschicht und den äusseren Luftschichten. Bei ungleichförmiger Bewe-

¹⁾ Ueber eine besondere Art der Tonerregung. Annal. d. Phys. u. Chem. N. F. Bd. V, p. 247 u. 250 (1878).

gung wird sich die Höhe des Sausens ändern. Betreffs der Luftströmungen hinter dem Meteoriten sind die Versuchsergebnisse Mach's, wenngleich nach seiner eigenen Aussage in Bezug auf die Discontinuität hinter dem Projectil die Experimente noch unzureichend sind, doch interessant genug, um hier Erwähnung zu finden. Es waren bei hohen Projectilgeschwindigkeiten im Schusscanal hinter dem Projectil eigenthümliche Wölkchen sichtbar, die aller Wahrscheinlichkeit nach Wirbelbewegungen der Luft darstellen. Die Wirbelringe entstehen am Kopf, rollen über den Mantel und reihen sich im Schusscanal hintereinander. Als genannter Forscher mit Aluminiumprojectilen eine Geschwindigkeit von 900 m/sec erreichen konnte, war doch hinter dem Projectil „auffallenderweise“ nirgends ein deutliches Vacuum zu beobachten, obgleich die Einströmungsgeschwindigkeit der Luft in den leeren Raum unter den Versuchsumständen nach der Theorie nur 700—800 m/sec betragen konnte. Die Reibungen, welche bei jenen Wirbelbewegungen der Luft infolge der Trägheit der Masse Verdichtungen und Verdünnungen bedingen können, sind vielleicht bei der Erklärung des Sausens nicht ausser Acht zu lassen; das Fehlen des Vacuums hinter dem Geschoss ist aber als Argument gegen die Haidinger'sche Erklärung des Knalles bei Meteoriten sicherlich von einer nicht geringen Bedeutung.

Grösse, Gewicht, Gestalt und Orientirung des Meteoriten.

Als der Meteorstein nach Riga gelangte, waren an zwei Ecken desselben bereits Stücke abgeschlagen; über den Verbleib derselben ist nichts bekannt; hierselbst war ihm dann weiteres Material (25,89 gr.) entnommen worden, das Herrn Mag. Johanson in Riga zu chemischen Untersuchungen übergeben worden war. Nachdem der Stein hierauf in meine Hände gelangte, wurden, bevor ich meinerseits weitere Stücke von ihm trennte, sowohl Gypsabgüsse von ihm angefertigt, als durch Herrn Prof. Glasenapp am hiesigen Polytechnikum photographische Aufnahmen in verschiedenen

Stellungen gemacht; zwei nach den Photographieen angefertigte Steindrucke befinden sich auf Taf. II und III.

Stellen wir den Meteorstein in der Weise auf, dass die Brustseite auf den Beschauer zu gerichtet ist (Taf. II), so betragen die Masse wie folgt:

Jetzige grösste Breite	19	cm.
Grösste Breite vor dem Abschlagen der Ecke geschätzt auf	20	„
Jetzige grösste Höhe	16,5	„
Grösste Höhe vor dem Abschlagen der Ecke geschätzt auf	18	„
Grösste Tiefe	13	„

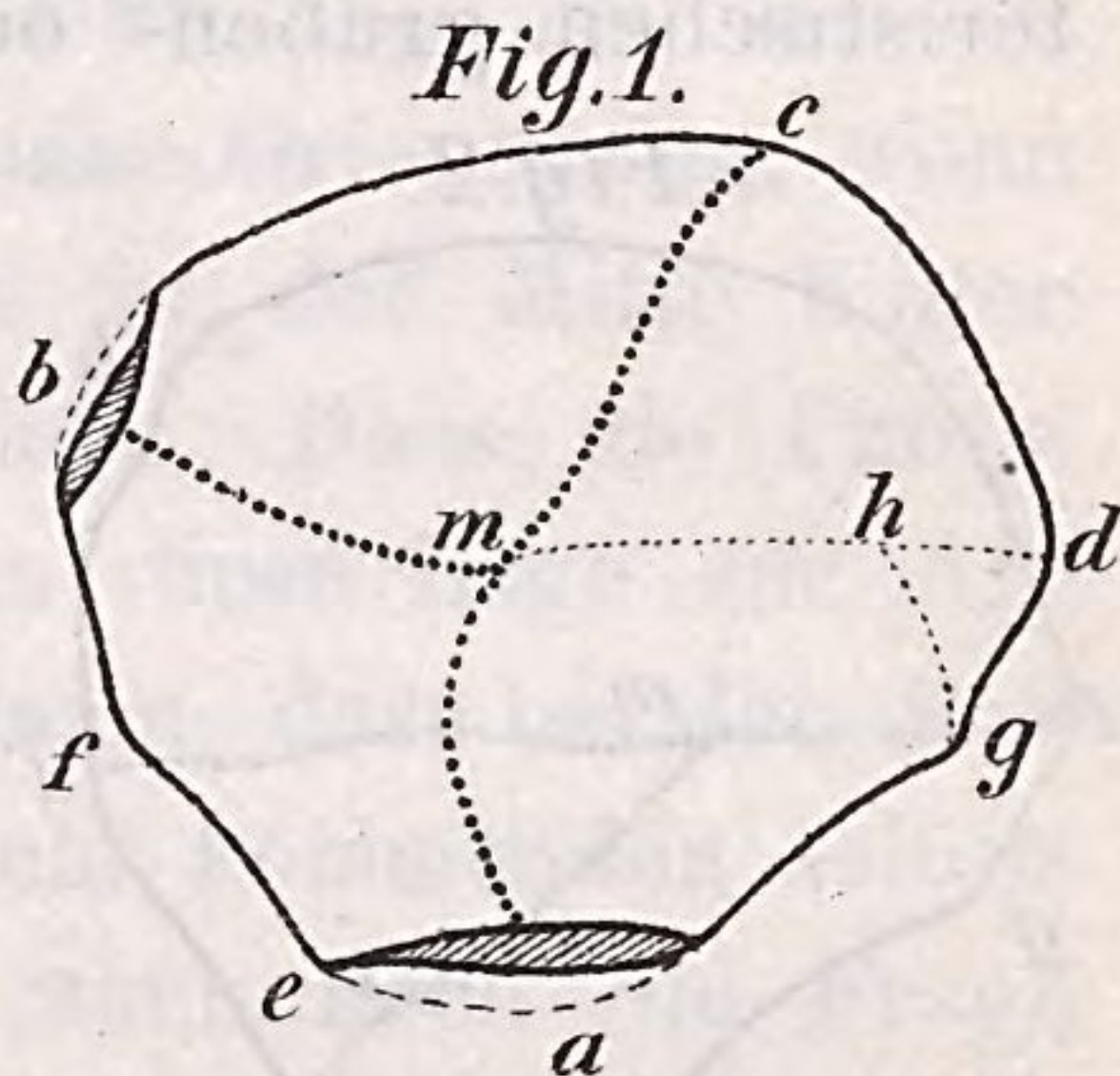
Die Ansichten auf Taf. II und III zeigen den Meteoriten in beinahe genau $\frac{1}{2}$ der natürlichen Grösse.

Das Gewicht des Steines betrug, als er mir übergeben wurde, 5630 gr. Das Gewicht, welches er vor dem Abschlagen der zwei Ecken hatte, schätze ich auf 5800 gr. Das spec. Gewicht beträgt 3,79 bei 20° C. Die Bestimmung wurde an 3,361 gr. grobem Pulver ohne Schmelzrinde im Pyknometer ausgeführt und zwar zunächst in absolutem Alkohol, um die Oxydirung des Eisens zu verhindern; der erhaltene Werth wurde dann auf Wasser umgerechnet.

Von der Gestalt des Meteoriten bekommt man am besten eine Vorstellung, wenn man sich denselben senkrecht zu seiner Flugaxe — über die Orientirung folgt das Nähere weiter unten — in 2 Theile zerlegt denkt, derart, dass eine in geringem Masse krumme Fläche durch die grösste Conturlinie des Körpers geht. Der in der Bewegung vorangegangene Theil, die Brustseite, welche von 3 convexen und einer sehr schwach concaven Fläche begrenzt wird, entspricht dann sehr gut einem Paraboloid, wenn wir von dem schwach concaven Theil der linken unteren Fläche vor der Hand absehen. An diesem Paraboloid sind die ursprünglichen Kanten einer stumpfen Pyramide noch erkennbar, und zwar treten 3 Polkanten deutlich hervor, während eine 4. nur angedeutet ist. Auf Taf. II sind die ersteren gut sichtbar; letztere liegt in

der dunklen rechten Hälfte; sie geht von der oberen der beiden rechten Ecken aus. Sämmtliche Ecken und Kanten der ursprünglichen Pyramide haben durch Abschmelzung eine beträchtliche Abrundung erlitten, durch welche das jetzt vorliegende Paraboloid herausgebildet worden ist¹⁾.

1) Zur genaueren Fixirung der Gestalt des Vordertheils des Meteoriten diene das Folgende. Wenn wir von der Flächenkrümmung einmal absehen und statt des Paraboloids von einer Pyramide sprechen, so laufen auf der Basis derselben (siehe nebenstehende Fig. 1 = dreifache Verkleinerung der Ansicht auf Taf. II, = $\frac{1}{6}$ der natürlichen Grösse) die 3 deutlicheren Polkanten (sie sind durch stärkere Punktirung markirt) in den Ecken *a* (abgebrochen), *b* (abgebrochen) und *c* aus. Zwischen *a* und *b* erkennt man an der Contur 2 weitere Ecken *e* und *f*, die dadurch gebildet werden, dass von ihnen aus Kanten nach der Rückenseite des Meteoriten laufen. Nennen wir jetzt die Ecke, von welcher die 4., weniger scharfe (schwächer punktirte) Polkante ausgeht, *d*, so befindet sich auf der Contur zwischen *d* und *a* eine weitere Ecke *g*, die dadurch hervorgerufen wird, dass hier eine kleine steilliegende Abstumpfungsfäche *dgh* auftritt. Sehen wir von dieser ab, so können wir das Vorhergehende in Verbindung mit der oben dargelegten Flächenkrümmung in den Satz zusammenfassen, dass der vorangegangene Theil des Meteoriten eine stumpfe vierseitige Pyramide darstellte mit einem unregelmässigen Vieleck als Basis, das aber in seiner Form einem Viereck mit 3 ungefähr gleichgrossen Kanten und einer kürzeren Kante ziemlich nahe kam, dass ferner die eine Pyramidenfläche eine ursprüngliche Vertiefung besass, die zur Herausbildung einer schwach concaven Fläche Veranlassung gab, während die übrigen Flächen durch atmosphärische Erosion eine convexe Krümmung erhielten.

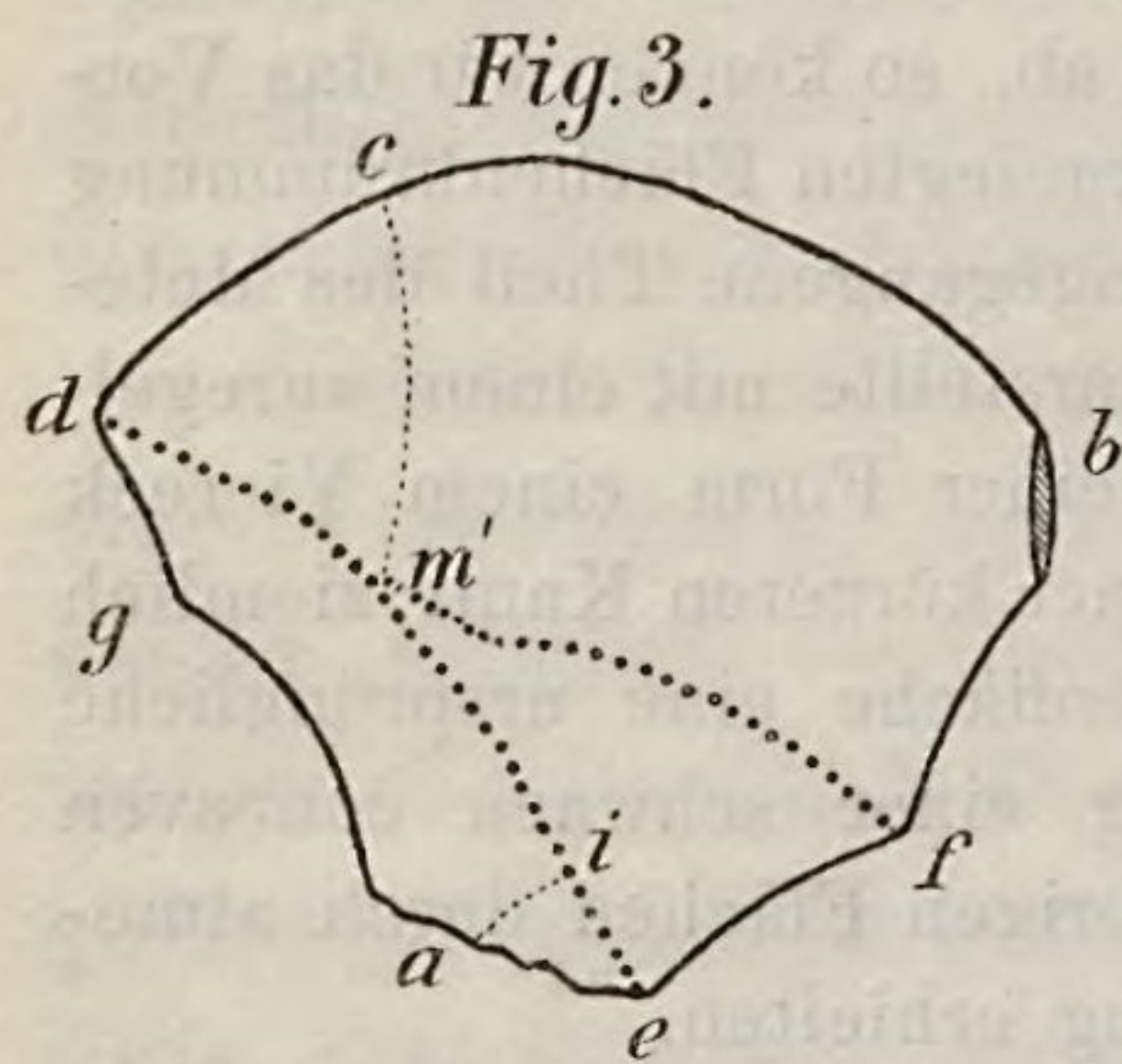
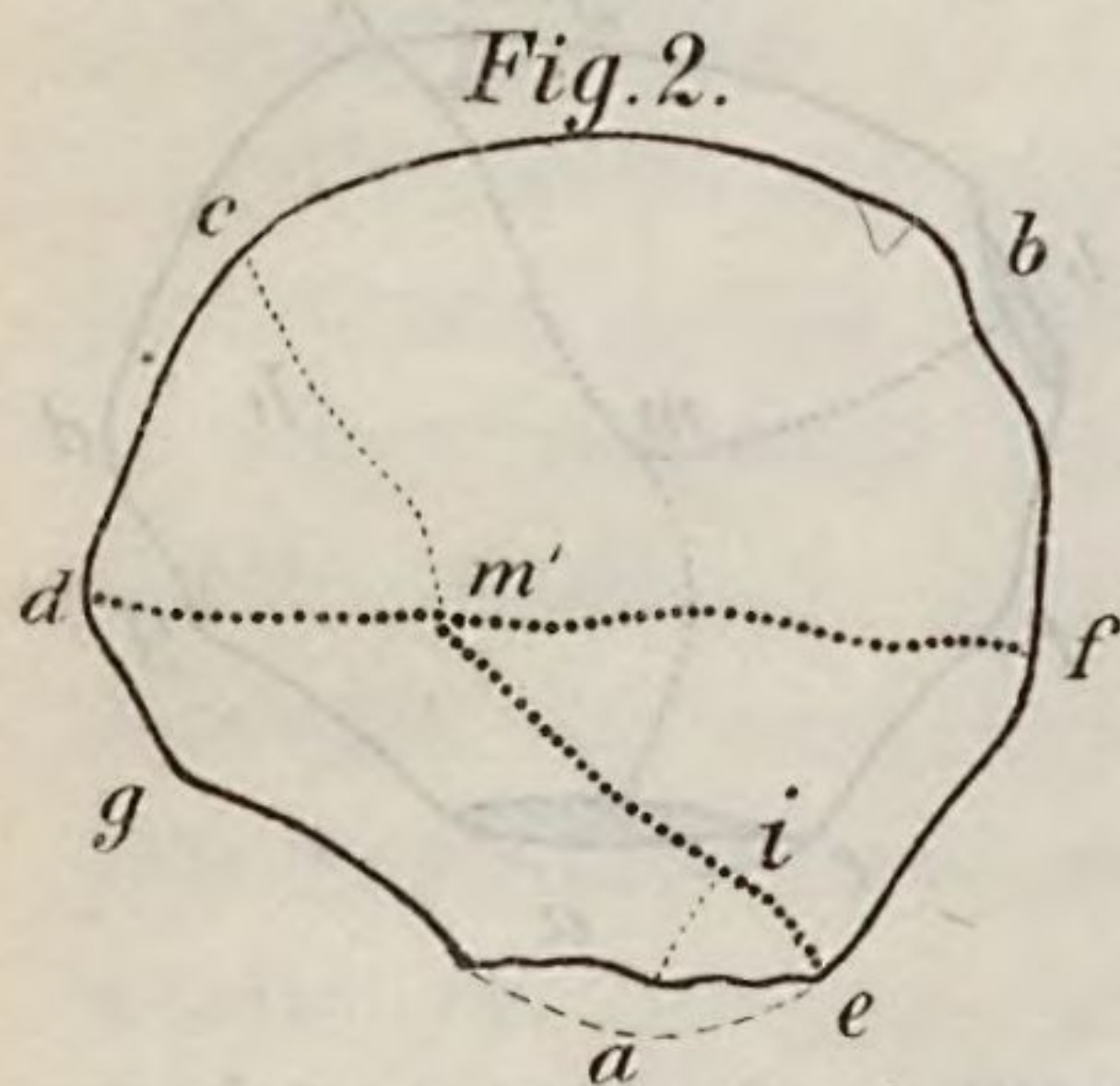


Von der Vorstellung ausgehend, dass die Meteoriten Bruchstücke fremder Himmelskörper sind, kann das Auftreten convexer Flächen leicht erklärt werden. Nehmen wir an, dass die Begrenzung ursprünglich eine rein pyramidale war, so wird doch bei einem so lockeren Material, wie es in unserem Falle vorliegt, infolge des leichten Abbröckelns nie eine scharfe Polecke vorhanden gewesen sein können, sondern es wird immer eine mehr oder weniger unregelmässig abgestumpfte oder abgebrochene flächenartige Begrenzung an Stelle der eigentlichen Pyramidenspitze getreten sein. Verliert nun der Meteorit auf seinem Laufe durch die Atmosphäre infolge des Luftwiderstandes seine Rotation und orientirt sich mit der abgestumpften Pyramidenspitze nach vorn,

Das Auftreten der schwach concaven Fläche hat zur Folge, dass die durch die grösste Umrisslinie des Meteoriten gelegte Minimalfläche einen etwas krummen Charakter besitzt, da sie, um nach der Contur besagter concaven Fläche zu gelangen, eine Krümmung nach hinten erleiden muss.

Die Höhe der Pyramide verhält sich zum grössten Basisdurchmesser wie 3:7, zum kleinsten wie 3:6.

Der Rückentheil erscheint auf den ersten Blick viel unregelmässiger gestaltet als der Vordertheil. Der Grund liegt darin, dass an ihm die für viele Meteorsteine charakteristischen gruben- oder fingerförmigen Vertiefungen auf-



treten, dass die Grösse der auch hier nicht zu verkennenden Pyramidenflächen eine recht verschiedene ist, und dass die Kanten schärfer gezeichnet sind, die conforme Abrundung, welche der Vorderseite ein relativ so regelmässiges Gepräge giebt, also fehlt. Zur genaueren Betrachtung stehen uns Taf. III und nebenstehende Fig. 2 und 3 zur Verfügung. Taf. III bedarf zunächst einer Erklärung. Wir sehen hier den hinteren Theil des Meteoriten nicht genau in derjenigen Stellung vor uns, welche der Lage des Vordertheiles auf Taf. II völlig entspricht. Um Letzteres zu erreichen, müssen wir

so wird an dieser der Druck der Luft, weil ungefähr rechtwinklig wirkend, am grössten, die Abschmelzung demnach am intensivsten sein im Vergleich zu den mehr rückwärts gelegenen Partien, bei welchen der Luftdruck unter schieferm Winkel angreift. Da nun aber bei allen Lösungserscheinungen polyedrischer Körper die Kanten und Ecken immer intensiver angegriffen werden als die Flächen, so ist hiermit die Erklärung gegeben einmal dafür, dass der Pyramidenpol der Vorderseite beim vorliegenden Meteoriten recht stumpf erscheint, zum andern dafür, dass aus der ursprünglichen Pyramide ein Paraboloid entstand, das einem Rotationsparaboloid in seiner Gestaltung recht nahe kommt.

uns zunächst die Ansicht in der Bildfläche um 180° gedreht, also gewissermassen auf den Kopf gestellt und dann die linke Hälfte um eine durch den Mittelpunkt des Steines gedachte verticale Axe um ein Weniges nach hinten, sowie um eine von vorn nach hinten gehende Axe etwas nach oben gedreht denken. Die Fig. 2 und 3 sollen der Anschauung dieser Drehungen zu Hilfe kommen. Fig. 2 zeigt die Umrisse der auf $\frac{1}{3}$ verjüngten Photographie des Rückentheils auf den Kopf gestellt und Fig. 3 die Conturzeichnung des Meteoriten, nachdem er die geforderten Drehungen erlitten hat. In dieser Stellung repräsentirt sich der Meteorit genau so, wie es seine Orientirung, wenn die im Fluge vorangegangene Spitze in der Mitte hinter der Bildfläche gedacht wird, erfordert. Dass die Photographie der Rückenseite nicht genau diese Lage zur Anschauung bringt, hat seinen Grund darin, dass bei den Aufnahmen neben der zunächst in Betracht kommenden selbst-eigenen Orientirung des Meteoriten auch noch die Frage in Erwägung gezogen werden musste, bei welcher Stellung manche Einzelheiten, wie Beschaffenheit der Schmelzrinde, Gestalt der Eindrücke sich am besten zeigten, und bei welcher Lage endlich das rein künstlerische Moment der besten Repräsentation am vortheilhaftesten gewahrt würde. Um diesen gemischten Anforderungen gerecht zu werden, wurde eben die Stellung, wie Taf. III sie zeigt, gewählt¹⁾.

Ueerblicken wir nun die Gestalt der Rückenseite, so können wir auch hier 3 Polkanten erkennen, während eine vierte nur angedeutet ist, also ein ähnliches Verhältniss wie auf der Vorderseite, nur mit dem Unterschiede, dass auf dem rückwärtigen Theile die schärferen Polkanten von anderen Ecken der Contur ausgehen als auf dem vorderen²⁾.

¹⁾ Es wurden von anderer geschätzter Seite später noch Aufnahmen in anderen Stellungen gemacht, z. B. seitliche Ansichten; sie fielen aber weniger gut aus und sind weniger repräsentabel, weshalb sie von der Reproduction ausgeschlossen wurden.

²⁾ Der Vergleich von Fig. 2 und 3 gegenüber Fig. 1, bei welchen die gleichen Ecken mit denselben Buchstaben bezeichnet sind, lässt

Ausserdem ist die Rücken-Pyramide stumpfer als das Brust-paraboloid. Ihre Höhe verhält sich zum Durchmesser der Basis ungefähr wie 1 : 3. Die Flächen sind theils convex, theils concav¹⁾. Fingerförmige Vertiefungen sind mehrere wahrnehmbar, und zwar gruppenweise an 2 Stellen. Die grösste Tiefe derselben beträgt 4^{mm}. Da sie nur auf der Rückenseite auftreten, so ist es für den vorliegenden Fall wahrscheinlich, dass bei ihrer Bildung die hinter dem Meteorstein entstehenden Luftwirbel mit thätig waren.

Schon die Gestalt des Meteoriten giebt uns, ganz abgesehen von der Beschaffenheit der Schmelzrinde, die zu denselben Folgerungen führt, Anhaltspunkte für die Beantwortung der Frage nach seiner Orientirung. Gehen wir von der Annahme aus, die Meteoriten seien Bruchstücke fremder Himmelskörper, so werden sie, so lange sie im luftleeren Raume sich bewegten, eine Rotation besessen haben; denn der Fall, dass die Stossrichtung gerade durch den Schwerpunkt des Körpers gegangen sei und demzufolge keine Rotation bedingt habe, ist ein einziger unter unendlich vielen, daher unwahrscheinlich. Gelangt nun der Meteorit in die Erdatmosphäre, so muss er infolge der Luftreibung seine Rotation allmählich verlieren; zum mindesten muss die Lage der Rotationsaxe eine beständige, fixe und zugleich Flugaxe werden, so lange nicht durch den Process der Abschmelzung unsymmetrische Gestaltsveränderungen hervorgerufen werden; in diesem Falle wird sich die Lage der Flugaxe sofort um ein Weniges ändern, bis das Gleichgewicht wiederhergestellt ist. Im Allgemeinen wird nun der Meteorstein sich in der Weise orientiren, dass er der Luft die Flächen des geringsten Widerstandes entgegenrichtet²⁾;

dies ohne weiteres erkennen. Stark treten die Kanten $m'd$, $m'e$ und $m'f$, schwach $m'c$ hervor; aie bildet eine kleine Abstumpfungsfläche.

1) Die Fläche $aim'dg$ besitzt einen nur ganz geringen Grad von Concavität; sie nähert sich fast völlig einer Ebene. Die Fläche $fm'e$ ist etwas stärker ausgehöhlt. Die Flächen $dm'c$ und $cm'fb$ sind dagegen convex, erstere sehr wenig, letztere stärker.

2) Dasselbe Resultat muss erreicht werden, wenn der Meteorit

dies sind aber im vorliegenden Falle die Flächen derjenigen Pyramide, welche oben als die Brustseite darstellend aufgefasst wurde, und die durch Abschmelzung allmählich in ein Paraboloid übergegangen ist. Hierzu kommt noch ein anderes Moment, welches unserem Meteoriten eine ganz besonders stabile Lage verliehen haben wird: die Lage des Schwerpunktes. Legen wir durch die Contur, welche die Flächen des geringsten Widerstandes bilden, eine Minimalfläche, so wird dadurch der Meteorit in 2 ungleiche Theile getheilt, und zwar verhält sich die Masse des einen zur Masse des anderen nach der Schätzung ungefähr wie 1:2, so dass der eine Theil ungefähr $\frac{1}{3}$, der andere $\frac{2}{3}$ des ganzen Steines ausmacht. Nun hat aber jeder in Bewegung befindliche Körper das Bestreben, nicht nur seine Fläche des geringsten Widerstandes nach vorn zu richten, sondern sich auch so zu orientiren, dass sein Schwerpunkt möglichst weit nach vorn zu liegen kommt. In unserem Falle liegt nun aber der Schwerpunkt des Steines vor obiger Minimalfläche in jenem Theile, der auf Taf. II zur Ansicht vorliegt, daher denn auch aus diesem Grunde dieser als Brustseite aufgefasst werden musste.

Zu ganz demselben Resultat führt ferner die Betrachtung über den Grad der Abschmelzung der Begrenzungselemente des Meteoriten auf den verschiedenen Seiten. Während auf der einen — wie oben erörtert — die Abrundung der Kanten eine sehr beträchtliche und demzufolge die Krümmung der Flächen eine stark convexe ist, beobachten wir auf der entgegengesetzten Seite schärfere Kanten und eine wenig convexe Flächenkrümmung. Da nun aber die durch Abschmelzung hervorgerufene Abrundung naturgemäss auf der Brustseite am intensivsten gewesen sein muss, so folgt, dass jener Theil mit der paraboloidalen Krümmung als Brustseite figurirte.

ursprünglich keine Rotation besessen haben sollte; denn in diesem Falle muss er als unregelmässig begrenzter Körper, sobald er die Erdatmosphäre erreicht, infolge des ungleich angreifenden Luftwiderstandes zunächst eine Rotation erleiden, die aber bald durch die Luftreibung wieder aufgehoben wird.

Es bleibt noch die Frage zu entscheiden, ob der Meteorit eine Rotation um seine Flugaxe beibehalten habe oder nicht. Zur Aufwerfung dieser Frage fordert insbesondere die schwach concave Fläche an der Brustseite auf. Fliegt ein Körper, welcher auf der dem Widerstandsmittel entgegengerichteten Seite auf $\frac{3}{4}$ der Umgrenzung parabolisch, auf $\frac{1}{4}$ aber concav begrenzt ist, durch die Luft, so wird die concave Einbuchtung bewirken, dass der Körper schraubenförmig sich nach vorn bewegt, also eine Rotation um die Flugaxe erleidet. In unserem speciellen Falle scheint mir aber sicherlich die Concavität der einen Fläche an der Vorderseite des Meteoriten eine viel zu geringe zu sein, als dass sie unter Ueberwindung der entgegenstehenden Luftreibung zu einer Rotation um die Flugaxe Veranlassung gegeben haben könnte.

So kommen wir denn zu dem Schlussresultat, dass unser Stein ein ausgezeichnetes Beispiel eines Meteoriten mit ausgesprochener Orientirung und wenigstens in dem letzten Theile seiner Bahn sehr stabiler Gleichgewichtslage darstellt.

Schmelzrinde.

Der Meteorstein ist im ganzen Umfange von einer Schmelzrinde umgeben. Diese besitzt durchgängig eine mattschwarze Farbe; eine verschiedene Färbung der Vorder- und Rückenseite, wie sie zuweilen an anderen Meteoriten wahrgenommen worden ist, tritt nicht auf. Die Dicke der Schmelzkruste schwankt zwischen $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{2}$ mm; sie besitzt eine nicht unbeträchtliche Härte. An vielen Stellen erscheinen Gebilde von geringem Glanz und rundlichen Conturen; es sind dies Durchschnitte von Chondren. Sie erreichen eine beobachtete Grösse von 4 mm im Durchmesser, gehen aber andererseits weit unter 1 mm herab. Hie und da bemerkt man an Stellen, die jedenfalls infolge des Auffallens eine geringe Abschürfung erfahren haben, winzige graue metallglänzende Körnchen. Sie gehören dem

im Innern des Meteoriten vielfach vorhandenen metallischen Eisen an und erscheinen sehr zahlreich, wenn man an den glatteren Stellen der Rinde nur eine minimale Abreibung bewerkstelligt, ein Beweis dafür, dass das Eisen als solches noch in der Schmelzkruste eingebettet liegt.

Die Rinde besitzt keine eigentlichen Schmelzstreifen, sie ist vielmehr von runzeliger oder schaumiger Beschaffenheit, was hier in stärkerem, dort in schwächerem Masse der Fall sein kann. So stellt sich besonders eine Zone der stärkeren schaumartigen Unebenheiten an der Uebergangsstelle zwischen der Vorder- und Hinterseite ein, sowie an den geschützten, vertieften Stellen des Rückentheiles (z. B. auf Taf. III oben rechts), während die ganze Vorderseite des Meteoriten relativ glatt ist. Auch dies Moment kann bei der Beantwortung der Frage nach der Orientirung des Meteoriten benutzt werden, und es führt zu demselben Resultate, wie die bereits oben angeführten Betrachtungen über die Gestalt. Da der Luftdruck am vordersten Theile des Steines am intensivsten ist, nach hinten aber, besonders an der Grenze nach der Rückenseite zu, abnimmt, so muss das Abschleudern der Schmelzmasse an jenen Stellen am stärksten stattfinden und daselbst die Bildung einer relativ glatten und dünnen Rinde bewirken, während es an diesen weniger der Fall ist und Veranlassung zur Entstehung der schaumigen, relativ dickeren Rinde giebt. Untersucht man die Dicke der Rinde auf Brust- und Rückenseite, so ist zwar der Unterschied kein besonders auffallender, weil die absoluten Masse geringe sind — die Dicke der Rinde auf der Vorderseite beträgt ca. $\frac{1}{4}$ mm, auf der Rückenseite bis $\frac{1}{2}$ mm, — aber er ist doch immerhin noch gut wahrnehmbar.

Auch die Anordnung und Gestalt der Runzeln lässt, ganz abgesehen von ihrer Grösse, gewisse Gesetzmässigkeiten erkennen. Blickt das Auge vom Scheitel des Paraboloids nach der Conturlinie hin, so lässt sich die Anordnung der Runzeln mit den Wellen vergleichen, welche in immer weiteren Kreisen um einen ins Wasser geworfenen Gegen-

stand sich bilden. Und betrachten wir die Gestalt insbesondere der intensiveren Runzeln, welche über das allgemeine Niveau der Schmelzfläche $\frac{1}{3}$ bis im Maximum $\frac{1}{2}$ mm emporragen, etwas genauer, so erkennen wir an ihnen einen sanften und einen steilen Abfall, ganz ähnlich der Form der Schnee- und Sandwehen oder auch der durch Wind verursachten Wasserwellen. Da nun bei allen diesen der sanfte Anstieg der Herkunft des Windes entgegengerichtet, der steile Abfall aber im Windschatten gelegen ist, so muss auch hier, wo wir es mit einer flüssigen Schmelzmasse und intensiver Luftbewegung, die das Schmelzproduct abzublasen sich bestrebt, zu thun haben, der sanfte Anstieg nach der Brustseite, der steile Abfall nach der Rückenseite des Meteoriten hinweisen. Dieses Ergebniss führt aber zu demselben Resultat der Orientirung, wie es bereits oben auf Grund der Gestalt des Meteoriten und der Vertheilung und Grösse der Runzeln erhalten worden ist ¹⁾.

Eine Eigenthümlichkeit der Schmelzkruste, wie sie öfters beobachtet worden ist, kommt auch hier vor und besteht darin, dass dieselbe von zahllosen kleinen Rissen durchzogen und felderartig zertheilt wird. Insbesondere sind sie auf der Rückenseite wahrzunehmen, während sie an den Uebergangsstellen nach der Brustseite zu in geringerer Schärfe und Tiefe auftreten, um schliesslich an den vor-

¹⁾ Man könnte freilich bei der Betrachtung der Form der Runzeln auch zu einer anderen Ansicht gelangen, wenn man sie nämlich in ihrer Bildung mit jenen Erhebungen auf Sand- und Schneeflächen vergleichen würde, welche sich im Windschatten hinter einem festen Gegenstand, diesen vielleicht z. Th. selbst überdeckend, in Form eines Schweifes absetzen. Bei diesen Erhebungen liegt der sanfte Abfall im Windschatten. Um die Frage im vorliegenden Falle zu entscheiden, brauchen wir nur das Innere der grösseren, schaumigen Schmelzwüste zu untersuchen. Schleifen wir dieselben mit einer feinen Feile bis auf den Grund ab, so ist in ihnen nichts von einem etwaigen ungeschmolzen gebliebenen Mineralbestandtheil, der als Hinderniss gedient haben könnte, zu bemerken; die Runzeln bestehen vielmehr aus Schmelzmasse durch und durch und unterscheiden sich in dieser Hinsicht von den relativ glatteren und dünneren Theilen der Rinde auf der Vorderseite des Steines.

dersten Theilen des Meteoriten ganz zu verschwinden. Sie erscheinen somit in den dickeren Theilen der Rinde weit besser und deutlicher als in den dünneren. Mit Recht betrachtet man sie als Contractionsrisse, die während der Erstarrung der Schmelzrinde sich bildeten.

Das Innere des Meteoriten.

Die innere Masse des Meteorsteines hat eine ziemlich lockere Consistenz, so dass man kleinere Stücke schon zwischen den Fingern zerreiben kann; das Ganze macht den Eindruck eines Tuffes infolge der feintrümmerigen Beschaffenheit der mineralischen Gemengtheile. Nur an einer Stelle habe ich eine Andeutung von breccienartiger Structur wahrnehmen können, indem ein eckiges Bruchstück von der Grösse einer Bohne sich von der übrigen gleichartig feintuffigen Masse abhob. Grosse Unterschiede im Aussehen und der Zusammensetzung des Steines an seinen verschiedenen Stellen sind nicht zu erkennen. Auf den natürlichen Bruchflächen besitzt er eine lichtgraue Grundfarbe mit einem Stich in's Bläuliche und mit vereinzelt rostrothen Flecken. Bei etwas genauerem Hinsehen bemerkt man dann auch kleine metallisch glänzende Partien (Eisen und Magnetkies), sowie viele, meist kleine rundliche Gebilde: die Chondren. Anders ist das Aussehen auf den angeschliffenen Flächen, und zwar liegt der Hauptunterschied in dem deutlicheren und zahlreicheren Hervortreten der metallglänzenden Gemengtheile aus der umgebenden lichtgrauen Steinmasse. Der Grund dieser Verschiedenheit im Aussehen liegt darin, dass auf den natürlichen Bruchflächen die metallischen Körnchen zum grösseren Theile von der feinerdigen, staubförmigen Tuffmasse verhüllt werden, da die Bruchflächen vorzugsweise durch dieses lockere Material gehen, während bei den künstlich geschaffenen Durchschnitten die metallischen Theile frei erscheinen und so erst zur richtigen Vorstellung von ihrer quantitativen Antheilnahme an der Zusammensetzung des Meteoriten führen.

Nebenbei mag wohl auch noch eine Art Auswalzung des Eisens beim Durchschneiden eingetreten sein. Eine Politur nehmen die Schnittflächen nur sehr schlecht an, da das zähe Eisen zu leicht Hervorragungen bildet. Marmorirung, Aderung, Verwerfungen kommen nicht vor.

Bei der Betrachtung mit der Lupe erkennt man auf den Bruchflächen kleine, lichtweingelbe bis lichtgrünlichgelbe Körnchen mit einem fettartigen Glasglanz; Spaltbarkeit ist an ihnen zuweilen wahrnehmbar. Es sind dies, wie die mikroskopische Untersuchung bestätigt, Olivinindividuen. Ein anderer, in der Menge etwas zurücktretender Theil von Körnern, von fast farblosem Aussehen und Glasglanz, gehört der mikroskopischen Untersuchung zufolge einem rhombischen Pyroxen (Enstatit oder Bronzit) zu. Werden die Individuen vom Olivin und Pyroxen sehr klein, wie es meistens der Fall ist, so wird eine Unterscheidung zwischen ihnen auch mittels scharfer Lupe so gut wie unmöglich. Insbesondere ist es der Pyroxen, welcher meist in sehr kleinen, weit unter 1^{mm} messenden Splitterchen auftritt, während vom Olivin doch noch hie und da grössere Individuen vorkommen (im Maximum zu 3^{mm} Durchmesser beobachtet). Bei der Untersuchung des Pulvers unter dem Mikroskop erscheinen sowohl der Olivin als Pyroxen in farblosen Splintern. Letzterer ist durch die Häufigkeit sehr dünner, langer opaker Einschlüsse charakterisirt.

An der Farbe der metallischen Mineralien, die in kleinen Körnchen, Flitterchen und Blättchen in der grauen Masse des Meteoriten eingestreut liegen, erkennt man stahlgraues Eisen und tombakbraunen Magnetkies. Ersteres herrscht weit vor; es ist aktiv, fällt aus Kupferlösung Kupfer. Sowohl was die Menge des Eisens als auch seine Gestaltung in sehr unregelmässig gelappten, verästelten und verzweigten Formen auf den Schliffflächen des Misshofer Meteoriten betrifft, so ähnelt dieser sehr einem in der mineralogischen Sammlung des hiesigen Polytechnikums aufbewahrten Stück eines Pultusker Meteoriten. Der Magnetkies tritt durchgängig

in winzigen körnigen Individuen auf. Zur Zeit zeigt er in manchen Partien des Steines prächtige Anlauffarben: carminroth, blau, goldgelb etc., während früher die tombakbraune Farbe vorherrschend war.

Die rostbraunen Stellen rühren von Eisenoxydhydrat her, welches durch Zersetzung des Eisens entstanden ist und die Umgebung desselben durchtränkt hat. Die Flecken sind secundärer, irdischer Entstehung.

Die Chondren, welche schon bei der Betrachtung mit blossem Auge auffallen, besitzen nicht nur eine verschiedene Grösse, sondern auch verschiedenartiges Aussehen. Von den kleinsten, mit der Lupe eben noch erkennbaren Kügelchen an steigen sie in ihren Dimensionen bis zum Durchmesser von $1\frac{1}{2}$ bis 2^{mm} ; dies ist die Regel; noch grössere, wie z. B. ein beobachtetes Chondrum von 5^{mm} Länge, $2\frac{1}{2}^{\text{mm}}$ Breite und Dicke, sind Seltenheiten und Ausnahmen. Die Kügelchen lösen sich leicht von der umgebenden Masse ab; aus dem auf einer Glastafel ausgebreiteten Pulver des Meteoriten lassen sie sich bequem in grösserer Anzahl isoliren, da sie bei geringer Neigung der Unterlage leichter wegrollen als die eckigen übrigen Gemengtheile. Die Form ist in den meisten Fällen mehr oder minder vollkommen kuglig oder ellipsoidisch; einige Male wurden auch Chondren mit „Aushöhungen“ beobachtet. Unregelmässigere Gestaltungen werden vorzugsweise erst bei der mikroskopischen Untersuchung wahrgenommen, da die so geformten Chondren sich weniger leicht isoliren lassen. Die Oberfläche ist öfters rauh als glatt. Eine geringere Anzahl, und zwar vorzugsweise durch die kleineren Kügelchen repräsentirt, besitzt grünlichgelbe Färbung und fettartigen Glasglanz, so dass man sie zweifelsohne als Olivinchondren anzusehen hat. Zerschlägt man grössere Repräsentanten dieser Art, so erkennt man gewöhnlich eine körnige Structur an ihnen; dies weist auf ihre Zusammensetzung aus mehreren Individuen hin. Andere Chondren besitzen graue bis grauschwarze Farbe; auch kann man zuweilen eine lichtwachsgelbe Randzone um einen

dunkler gefärbten, excentrisch gelegenen Kern beobachten oder umgekehrt eine dunklere Randzone um einen hellern Kern. Die Textur dieser harten dunkleren Chondren erscheint entweder sehr feinfaserig und zwar excentrisch, oder sie ist dicht; in letzterem Falle ist ein unebener bis undeutlich splitteriger Bruch und Fettglanz wahrzunehmen. Ueber die mineralogische Natur dieser Kügelchen giebt am besten die mikroskopische Untersuchung Auskunft. Endlich kommen auch ganz dunkelschwarze Chondren vor von dichtem Aussehen, muschligem bis splittrigem Bruch und Fett- bis Wachsglanz. Mit scharfer Lupe erkennt man, dass sie im Innern winzigste Eisenpartikelchen eingestreut enthalten. Auch Magnetkies theiligt sich nicht selten an der Zusammensetzung der Chondren; man gewahrt ihn sowohl im Innern, als insbesondere an der Peripherie derselben, und er fällt um so leichter in die Augen, je mehr er durch Anlauffarben ausgezeichnet ist. Selbstverständlich werden diejenigen Chondren, in welchen Eisen oder Magnetkies auftritt, vom Magneten angezogen.

Alle diese noch individualisirt erscheinenden Bestandtheile des Meteoriten werden von einer lockeren, grauen, porösen Masse verbunden, in der man wohl ein tuffartiges Gemenge derselben Mineralien, die man mit der Lupe erkennt, vermuthen, aber wegen ihrer Winzigkeit nicht mehr erkennen kann.

Aus dem Vorstehenden ergiebt sich, dass der Misshofer Meteorstein zu den Chondriten, und zwar zur Unterabtheilung der Kügelchenchondrite (Cc im Sinne Brezina's¹⁾) zu zählen ist. Im Tschermak'schen System würde er seine Stelle ebenfalls in der Chondritengruppe Cc finden.

Mikroskopische Untersuchung des Meteoriten.

Was schon die makroskopische Beobachtung andeutet, lässt die mikroskopische Untersuchung von Dünnschliffen

¹⁾ Die Meteoritensammlung d. k. k. mineralog. Hofcabinets in Wien am 1. Mai 1885. Wien 1885, p. 35.

noch deutlicher erkennen: die tuffartige Beschaffenheit des Meteoriten. Bruchstücke von Olivin und Fragmente eines rhombischen Pyroxens in den verschiedensten Grössen bis zu minimalen Partikeln herab sind regellos mit verzweigten Blättchen von Eisen und Körnern von Magnetkies, sowie mit den charakteristischen Chondren zu einem porösen Ganzen verbunden¹⁾. Ein scharfer Gegensatz zwischen eingebetteten Fragmenten und einer verkittenden Grundmasse existirt nicht.

Eine etwas genauere Charakteristik der einzelnen Componenten möge in Folgendem gegeben werden.

Der an Menge überwiegende Bestandtheil ist der Olivin. Ausserhalb der Chondren erscheint er ausnahmslos in Fragmenten, an denen man nur selten noch einige krystallographische Flächen erkennen kann. Als am schnellsten zum Ziele führendes Unterscheidungsmerkmal gegenüber den anderen farblosen Gemengtheilen dienen die lebhaften Polarisationsfarben, mit Hilfe deren man selbst noch recht kleine Individuen erkennen kann. In seinen Eigenschaften gleicht dieser meteorische Olivin völlig dem Olivin irdischer vulkanischer Gesteine; nur treten zu den Spaltrissen noch zahlreiche regellose Sprünge, die dem Mineral meist ein sehr zerstückeltes Aussehen verleihen. In der Regel ist er ziemlich reich an Einschlüssen; unter diesen erkennt man sowohl kleine rundliche bis grosse schlauchförmige Gaseinschlüsse mit dem charakteristisch dunklen Rand, als auch farblose bis lichtbraune Glaseinschlüsse, welch' letztere ihrerseits noch winzige Körner opaken Erzes, sowie Gasporen enthalten können. Tschermak²⁾ giebt die Glaseinschlüsse mit Gas-

¹⁾ In den schwer herstellbaren Präparaten erscheint freilich die Porosität übertrieben, da es, sollen sie die nöthige Dünne erhalten, nicht zu umgehen ist, dass sich an manchen Stellen Theile ausschleifen. In dickeren Schliffen ohne Ausschleifungen erkennt man hie und da Poren von ähnlicher Gestaltung aber nicht so häufig, wie sie Tschermak vom löcherigen Chondriten von Goalpara angiebt und abbildet. (Die mikrosk. Beschaffenheit d. Meteoriten. Stuttg. 1885, Taf. XX, Fig. 3.)

²⁾ l. c. p. 24.

poren als grosse Seltenheiten im meteorischen Olivin an; Reusch¹⁾ und Bosscha²⁾ erwähnen sie einmalig. Ich habe sie in mehreren Fällen beobachten können. Ferner treten öfters auch sackförmige Einschlüsse von winzigsten körnigen Mikrolithen auf, die man als entglaste Glaseinschlüsse aufzufassen hat. Alle diese Fremdkörper, zu denen sich noch Körnchen von Chromit, zuweilen gruppenweise angeordnet, gesellen können, sind zuweilen im Kerne des Olivins derart angereichert, dass derselbe fast undurchsichtig erscheint. Optische Anomalien wie fleckenhafte Auslöschung, „Wandern des Schattens“, die auf Spannungen innerhalb der Substanz zurückgeführt werden, sind nicht beobachtet worden. Dagegen wurde in 3 oder 4 Fällen die Wahrnehmung gemacht, dass innerhalb eines Olivinindividuums schwach rosa gefärbte Flecken auftreten (vergl. Beschreibung der Fig. 7, Taf. IV).

Vom Olivin unterscheiden sich andere Körner augenfällig durch ihre matteren Polarisationsfarben unter gekreuzten Nicols. Parallel der Längsaxe der meist säulenförmig gestalteten Fragmente geht sowohl die Auslöschung, als die Richtung von Spaltrissen. An anderen Durchschnitten (Querschnitten) schneiden sich 2 Systeme von Spaltlinien unter ungefähr rechtem Winkel. Diese Merkmale in Verbindung mit der öfters wahrnehmbaren, an das Faserförmige erinnernden Structur genügen, um das Mineral als zur Gruppe der rhombischen Pyroxene gehörig zu erkennen. Da die Durchschnitte farblos erscheinen, so haben wir es mit einem eisenarmen Bronzit resp. mit Enstatit zu thun. Ebenso wie der Olivin erscheint dieser Gemengtheil stets in fragmentarer Form. Die Zerstückelung hat oft zu ungemein kleinen, fast staubartigen Individuen geführt. Der Fall, dass die durch Zerkleinerung säulenförmiger Fragmente entstandenen Theilstücke noch so gelegen sind, dass man sie als zusammen-

¹⁾ Ueber den Tysnesmeteorit und drei andere in Skandinavien niedergefallene Meteorsteine. N. Jahrb. f. Mineral. Beil. Bd. IV, p. 483 (1886).

²⁾ l. c. p. 132.

gehörig erkennen kann, ist von vornherein sehr unwahrscheinlich, wurde aber doch in ein paar Fällen beobachtet. Selten liegen auch die Bronzite haufenförmig zusammen, ähnlich den bekannten „Augitaugen“ der Basalte. Während das Mineral an manchen Stellen der Präparate vollkommen rein und wasserklar, einschlussfrei und ungetrübt ist, erscheint es anderwärts — und zwar ist dies das vorherrschende Verhältniss — getrübt und einschlussreich. Unter den Einschlüssen fallen solche von geradliniger Erstreckung und haarförmiger Feinheit auf. Bei Anwendung von Immersionssystemen erweisen sie sich als Gaseinschlüsse von sehr dünner schlauchförmiger Gestalt; es kommen aber auch dünne Canäle vor, die von gelblichem Glas erfüllt sind und zuweilen sackförmig endigen. Als fernere Interpositionen erkennt man bei Anwendung stärkerer Vergrösserungen hie und da, aber immerhin seltener als im Olivin, isotrope braune Körnchen, die man als Chromit anzusprechen hat. Behandelt man das Meteoritenpulver mit Fluss- und Salzsäure, so bleibt der Chromit in Form sehr kleiner schwarzer Körnchen zurück, welche die Phosphorsalzperle heiss gelblich, in der Kälte schön smaragdgrün färben, wodurch die Anwesenheit von Fe und Cr bewiesen ist. Die Körnchen zeigen im reflektirten Lichte starken Metallglanz, verlieren diesen aber zum grössten Theile, sofern man sie in Canadabalsam einbettet; sie erscheinen im letzteren Falle matt schwarz.

Der Pyroxen verdient ein besonderes Interesse noch deswegen, weil er, wenn auch selten und dann eher in den Chondren, als ausserhalb derselben, in Zwillingsbildungen auftritt. Manche Mineraldurchschnitte, die in all' ihren sonstigen Eigenschaften (Structur, Eigenfarbe, Lichtbrechung, Interferenzfarben, Einlagerungen) vollkommen dem eben beschriebenen Bronzit gleichen, zeigen eine polysynthetische Zwillingsverwachsung. Man bemerkt dieselbe erst dann, wenn bei der Beobachtung unter gekreuzten Nicols die Zwillingsnähte ungefähr parallel den Nicolhauptschnitten gehen; man erkennt sie als Zwillinge nicht, wenn die

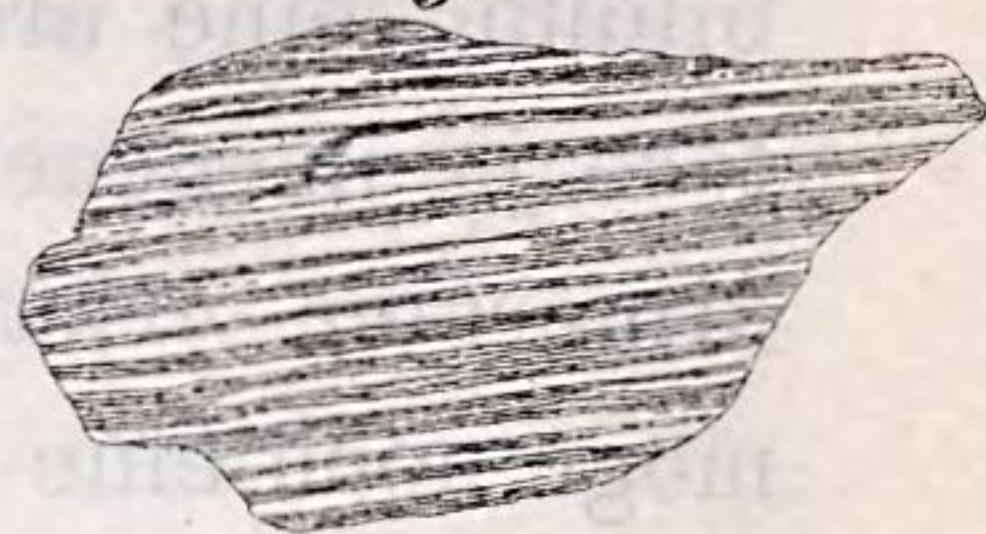
Lamellen mit den Nicolhauptschnitten grössere Winkel bilden (über 30°), also insbesondere in der Diagonalstellung zum Fadenkreuz; in diesem Falle hat das ganze Individuum die gleiche Interferenzfarbe und zerfällt nicht in einzelne verschieden polarisirende Lamellen. Die Fig. 4 (folgende Seite) giebt das Aussehen eines dieser Zwillinge wieder. Sie gleichen, was den Habitus betrifft, in hohem Masse den von Tschermak¹⁾ abgebildeten polysynthetisch verzwilligten monoclinen Augiten aus Meteorsteinen; sie theilen mit ihnen die Eigenschaft, dass die Zwillingstreifen weniger scharf von einander abgesetzt sind, als man dies z. B. beim Plagioklas zu sehen gewohnt ist. Sie unterscheiden sich aber von jenen durch ihre Eigenfarbe und die Grösse ihrer Auslöschung. Die monoclinen Augite Tschermak's sind grünlichgrau, der verzwilligte Pyroxen des Misshofer Meteoriten ist farblos. Der grösste beobachtete Unterschied in der Auslöschung benachbarter Lamellen beträgt bei jenen 35° , bei diesen 20° . Dass ausserdem die Zwillingstreifen in den hier beschriebenen Fällen enger geschaart sind, als dies die Photographieen Tschermak's erkennen lassen, ist von untergeordneter Bedeutung. Die Unterschiede in der Farbe und in der Lage der Elasticitätsachsen verbieten es, die von mir beobachteten Zwillinge ohne Weiteres mit den monoclinen Augitzwillingen Tschermak's zu identificiren; die Uebereinstimmung der sonstigen Eigenschaften der beobachteten Zwillinge mit unverzwilligtem Bronzit weisen dagegen darauf hin, dass sie diesem rhombischen Pyroxen zugehören. Diese Diagnose muss noch mehr an Sicherheit gewinnen, wenn es einerseits gelingt, das Verwachsungsgesetz zu eruiren, und andererseits, wenn ähnliche Beobachtungen an tellurischem Bronzit bereits gemacht worden sind. Was zunächst den letzteren Punkt betrifft, so lenkte schon Groth²⁾ die Aufmerksamkeit auf die Knickung, welche er an den Spaltflächen $\infty\bar{P}\infty$ (010) des Bronzites vom Ulten-

1) l. c. Taf. XV, Fig. 2.

2) Mineraliensammlung d. Univers. Strassburg 1878, p. 222.

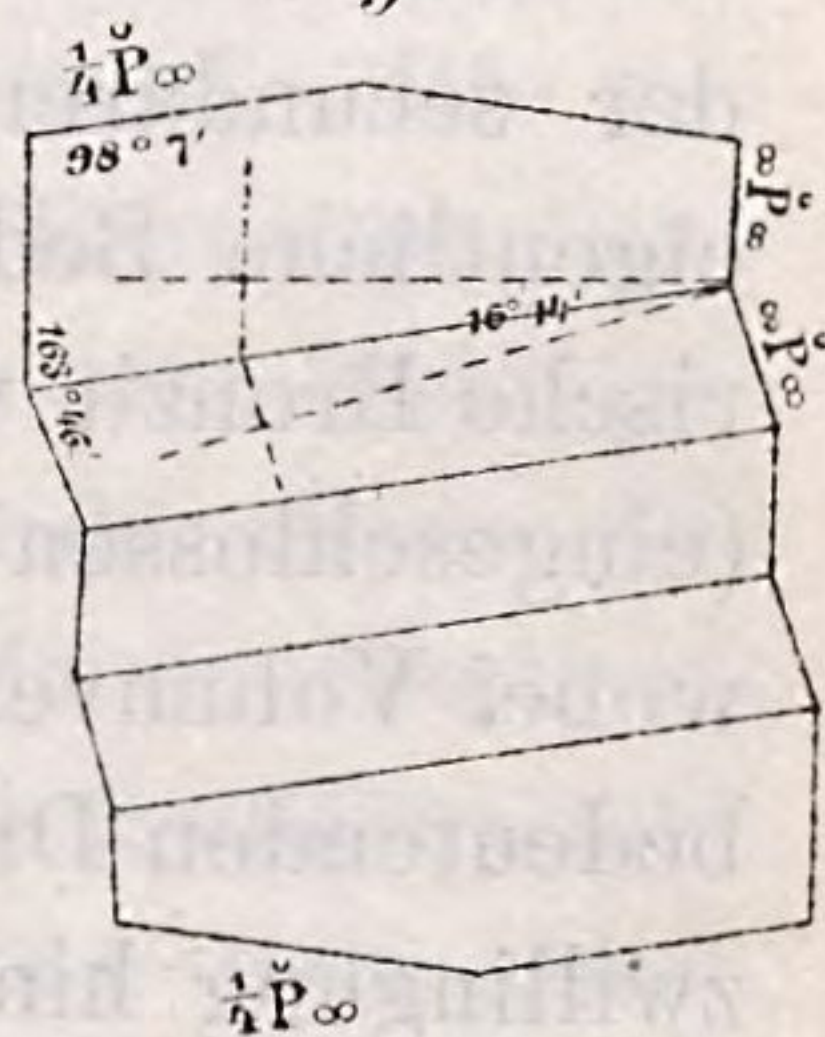
thal beobachtete; er glaubte annehmen zu müssen, dass dieselbe durch Zwillingslamellen nach einem nahe horizontalen Doma hervorgerufen werde. Bücking¹⁾ unterzog die Erscheinung einer genaueren Untersuchung, mass den Winkel zwischen den beiden Pinakoiden $\infty\bar{P}\infty : \infty\bar{P}\infty$ goniometrisch zu $16^\circ 36'$, mikroskopisch zu $16^\circ 20'$, woraus sich als Zwillingsebene $\frac{1}{4}\bar{P}\infty$ (014) berechnete. Die Brachypinakoide der nach diesem Gesetz verzwillingten Bronzite schliessen in Wirklichkeit den Winkel von $16^\circ 14'$ oder vielmehr den Supplementwinkel von $163^\circ 46'$ ein. Gleiche an Zwillingsbildungen erinnernde Erscheinungen erkannte Bücking des Ferneren am Bronzit von Peterlestein bei Kupferberg in Bayern. Kommen wir nun auf unsere im Meteoriten beobachteten Zwillinge zurück, so lassen sich diese sehr gut auf dasselbe Gesetz beziehen. Die Messungen des Winkels zwischen den Auslöschungsrichtungen zweier benachbarter Lamellen ergaben in 6 Fällen die Zahlen 16° , 16° , 18° , 18° , 19° , 20° ; in den ersten beiden Fällen halbirte die Zwillingsnaht den Winkel, in den anderen nicht. Jene, in denen die Elasticitätsaxen zweier benachbarter Lamellen symmetrisch zur Zwillingsnaht gelegen sind, stellen diejenigen Fälle dar, welche zur Feststellung des Zwillingsgesetzes massgebend sind; denn bei ihnen ist der Schnitt senkrecht zur Zwillingsebene erfolgt. Eine Fläche, welche mit einer Hauptschwingungsrichtung im Bronzit den Winkel von 8° (genau $8^\circ 7'$) einschliesst, ist das Doma $\frac{1}{4}\bar{P}\infty$ (014); denn es ist $OP : \frac{1}{4}\bar{P}\infty$ (001:014) = $8^\circ 7'$. Wir haben demnach diese Fläche bei unserem Pyroxen als Zwillingsfläche und Verwachsungsfläche anzusehen, so dass also der meteorische polysynthetisch verzwillingte Bronzit nach demselben Gesetz verwachsen

Fig. 4.



Vergr. 180.

Fig. 5.



¹⁾ Bronzit vom Ultenthal. Zeitschr. f. Krystall. Bd. VII, p. 502 (1883).

ist, wie es am tellurischen bereits beobachtet worden ist. Die umstehende Fig. 5 stellt schematisch und vergrössert einen nach $\frac{1}{4}\bar{P}\infty$ lamellar verzwilligten Bronzit mit eingezeichneter Lage der Elasticitätsachsen dar. Man erkennt aus ihr, dass die Elasticitätsachsen zweier benachbarter Lamellen thatsächlich den W. von $16^{\circ} 14'$ einschliessen müssen.

Spaltrisse sind in den eng verzwilligten Individuen nicht sichtbar. Krystallographische Begrenzung besitzen sie gleichfalls nicht; es sind nur Fragmente beobachtet worden; trotzdem kann man aus der Gestalt derselben — die Längserstreckung geht der Zwillingsnaht parallel — schliessen, dass die Krystalle eine brachydomatische Längserstreckung besaßen, während die Säulenflächen minder ausgedehnt waren. In Chondren kommen geradezu langsäulenförmige Individuen vor, bei denen die Zwillingsnaht zugleich den Längsdurchmesser der Säulen darstellt. Rhombische Pyroxene mit domatischer Flächenentwicklung hat Becke¹⁾ beobachtet.

Zur Beantwortung der Frage, ob die lamellare Zwillingsbildung eine ursprüngliche oder secundäre sei, welch' letztere ja in neuerer Zeit des öfteren und an verschiedenen Mineralen erkannt und künstlich nachgeahmt worden ist, möge noch eine Wahrnehmung Erwähnung finden. An einer Stelle begegnete ich einem Bronzit, welcher eine geringe Biegung erkennen liess; wo diese relativ am stärksten auftrat, fanden sich die Zwillingslamellen, an den anderen Stellen nicht. Es spricht diese Beobachtung zu Gunsten der secundären Zwillingsbildung, eine Thatsache, die ihre eigentliche Bedeutung dadurch erhält, dass auch der tellurische Bronzit vom Ultenthal unter Verhältnissen vorkommt (eingeschlossen im Serpentin, der aus Olivin entstanden, wobei Volumvermehrung stattfand), welche auf die Wirkung bedeutenden Druckes und infolge dessen auf secundäre Verzwilligung hindeuten.

¹⁾ Hypersthen v. Bodenmais. Tscherm. Min. und petrogr. Mitth. Bd. III. (1880), Referat N. Jahrb. f. Min. 1881, I, p. 195.

Ausser den polysynthetischen Bronzitzwillingen, die, wenn auch recht spärlich, man doch nicht oft in einem Schliff ganz vergebens suchen dürfte, kommen, freilich als ganz besondere Seltenheiten — denn in 7 Präparaten wurden nur 2 derartige Beobachtungen gemacht — Contactzwillinge von Bronzit nach dem Gesetz: $Z. E. = \frac{3}{4} \tilde{P} \infty$ (034) vor. Fig. 1 auf Taf. IV stellt den einen derselben dar. Beide Individuen zeigen wieder die gewöhnlichen Eigenschaften des Bronzites, was sich in der Structur, den Einschlüssen, der Spaltbarkeit, der Eigen- und Interferenzfarbe documentirt. Die Spaltungsrisse sind zum Theil ziemlich rauh, zu einem anderen Theile aber sehr scharf und fein; sie gehen parallel den Längsflächen der Individuen. Die einen gehören dem Prisma, die anderen dem Brachypinakoid zu. Der Schnitt hat den Zwilling parallel oder nahezu parallel dem Makropinakoid getroffen. Bei dem in der Figur senkrecht stehenden Individuum befinden sich oben links und rechts einige Partien, die andere Polarisationsfarben zeigen als das Hauptindividuum. Sie haben jedenfalls durch den Druck angrenzender Gemengtheile eine Verschiebung und dadurch abweichende Orientirung erlitten. Die Auslöschung der beiden Individuen geht parallel den Spaltrissen. Die Zwillingsnaht ist im zerstreuten Licht nicht sichtbar, erscheint aber unter gekreuzten Nicols an der Abgrenzung der verschieden polarisirenden Individuen. In Fig. 2 auf Taf. IV ist durch die punktirte Linie ihr Verlauf angegeben. Mit Ausnahme einer Ausbuchtung besitzt sie eine gerade Erstreckung. Die gestrichelten Körner in ihrer Nähe bedeuten Bronzitpartien, welche ihrer Orientirung nach dem jenseits der Naht gelegenen Individuum noch zugehören. Gerade diese Erscheinung, dass ein jedes Individuum noch gleich orientirte, also ihm angehörende Substanz jenseits der Zwillingsnaht im Nachbarindividuum besitzt, ist von grosser Bedeutung, da dies eine zufällige, sehr innige Aneinanderlagerung zweier Bronzitkrystalle, die mit einer Zwillingsverwachsung nichts zu thun hätte, ausschliesst. Die Richtung der Striche-

lung in genannten Partien stellt die Auslöschungsrichtung dar. Die Zwillingsnaht halbirt den Winkel, welchen die Brachypinakoide der beiden Individuen einschliessen. Als Mittel mehrerer Messungen ergab sich für denselben der Werth von $133^{\circ} 50'$. Hieraus berechnet sich, dass die Zwillingsfläche mit der Basis einen Winkel von $23^{\circ} 5'$ bildet. Dies entspricht aber der Lage eines Brachydomas $\frac{3}{4}\bar{P}\infty$ (034), das mithin als Zwillingsfläche und zugleich als Verwachsungsfläche aufzufassen ist. Fig. 3 auf Taf. IV stellt einen nach diesem Gesetz gebauten Contactzwilling von Bronzit mit dem als Zwillingssebene fungirenden Doma als Polarbegrenzung und im makrodiagonalen Durchschnitt dar. Unter Zugrundelegung des Axenverhältnisses des im Meteoriten von Breitenbach vorkommenden Hypersthens, wie es auf Grund der Messungen Lang's von Brögger und G. vom Rath¹⁾ angegeben wurde ($\bar{a} : \bar{b} : c = 0,97016 : 1 : 0,57097$) berechnet sich der Winkel von $\infty\bar{P}\infty : \infty\bar{P}\infty$ (010 : 010) = $133^{\circ} 58'$, von $\infty\bar{P}\infty : \frac{3}{4}\bar{P}\infty$ (010 : 034) = $113^{\circ} 1'$. Das vorliegende Zwillingsgesetz ist meines Wissens an rhombischen Pyroxenen noch nicht beobachtet worden; die Fläche $\frac{3}{4}\bar{P}\infty$ (034) wurde bisher nur von G. vom Rath²⁾ gemessen, und zwar an einem Hypersthen aus dem Trachyt vom Mt. Dore in der Auvergne.

Was die Scheitelflächen der beiden Bronzitindividuen betrifft, so war die Messung des Winkels derselben mit dem Brachypinakoid nur mit geringerer Schärfe ausführbar, da bei dem oberen Krystall der Verlauf der Fläche weniger deutlich sich von dem tuffigen Gemenge der Umgebung abhob, während bei dem unteren Krystall ihre Erstreckung eine zu kurze ist, als dass die Parallelstellung der Kante mit dem Fadenkreuz sich ganz genau bewerkstelligen liess. Es wurde gemessen (vergl. Fig. 2) $\infty\bar{P}\infty : x = 107^{\circ}$, $\infty\bar{P}\infty : y = 138^{\circ} 20'$; daraus berechnet sich für den oberen

¹⁾ Philos. Mag. 1876 Nr. 12 und Zeitschr. f. Krystall. Bd. I, p. 25 (1877).

²⁾ Annal. d. Phys. u. Chem. Bd. 152, p. 29 (1874).

Krystall als polare Begrenzung mit einiger Wahrscheinlichkeit $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$ (012), das mit $\infty\bar{P}\infty$ in Wirklichkeit den Winkel von $105^{\circ} 56'$ bildet; für den unteren Krystall $2\bar{P}\infty$ (021), das mit $\infty\bar{P}\infty$ den Winkel von $138^{\circ} 47'$ bildet. An letzterem Individuum tritt ausserdem noch OP (001) auf. Das Doma $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$ ist bisher am rhombischen Pyroxen öfters beobachtet worden, $2\bar{P}\infty$ jedoch nicht. Dass zu $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$ die symmetrische Gegenfläche fehlt, kann nicht auffallen, da bekanntlich am tellurischen Enstatit öfters eine unsymmetrische Ausbildung des vorderen und hinteren Theiles des makrodiagonalen Hauptschnittes vorkommt¹⁾.

Monocliner Augit mit im Vergleich zum Bronzit lebhafteren Polarisationsfarben und mit schiefer Auslöschung wurde nur sehr selten beobachtet. Eine Wahrnehmung verdient aber noch eine besondere Hervorhebung: es ist die lamellare Verwachsung von polysynthetisch verzwilligtem Bronzit mit monoclinem Augit. Fig. 4, Taf. IV, stellt die Erscheinung dar; die schief gestrichelten Partieen bedeuten den monoclinen Augit, der eine Auslöschung von 40° besitzt; das Uebrige ist Bronzit, das Schwarze Nickeleisen. Diese Verwachsung erinnert sehr an die durch Trippke²⁾ bekannt gewordene lamellare Verwachsung von Enstatit mit Diallag (orthopinakoidale Lamellen von Diallag sind parallel dem Makropinakoid des Enstatites in diesen eingeschaltet) aus den Olivinknollen des Gröditzberges bei Liegnitz.

Als ebenso grosse Seltenheit tritt typischer Plagioklas auf. Er wurde bei der Durchmusterung von 7 Dünnschliffen nur ein einziges Mal in Gestalt eines kleinen säulenförmigen Individuums beobachtet. In dem deutlichen und scharfen gegenseitigen Absetzen der Zwillingsstreifen, in den Polarisationsfarben gleicht er vollkommen dem lamellar verzwilligten Plagioklas der Basalte und unterscheidet sich deutlich von dem anderen spärlich verzwilligten Mineral,

¹⁾ Brögger und G. vom Rath: l. c. p. 21.

²⁾ Ueber den Enstatit aus den Olivinknollen des Gröditzberges. N. Jahrb. f. Mineral. 1878, p. 673.

dem Bronzit. Da die Auslöschung benachbarter Zwillingslamellen nicht symmetrisch zur Zwillingsnaht gelegen war, so konnte das Mischungsglied der Plagioklasreihe nicht bestimmt werden.

Die schon makroskopisch erkennbaren, vollkommen regellosen, oft verzweigten und geschlitzten Conturen des metallischen Eisens sind u. d. M. noch genauer zu verfolgen. Die im reflektirten Lichte stark grau glänzenden und infolge der Schleifoperationen gerieften Durchschnitte des Eisens sind öfters theilweise von einem Saume schwarzer opaker Substanz umgeben, die im reflektirten Licht keinerlei Glanz besitzt (Eisenoxyduloxyd?). In geringer Menge tritt sie hie und da in winzigen Partien auch allein auf. Das durch Zersetzung des Eisens gebildete Eisenhydroxyd hat als röthlichgelber Saft die Umgebung des Metalles durchtränkt, wobei die zahlreichen Spaltrisse der benachbarten Minerale den eischüssigen Solutionen den Weg zur Verbreitung leicht vorweisen konnten.

Der Magnetkies unterscheidet sich durch seine broncegelbe Farbe im reflektirten Lichte leicht von dem grauen metallischen Eisen. Er tritt in unregelmässig gestalteten, zuweilen gruppenweise zusammengelegenen Körnern auf. Wenn er auch öfters Verzweigungen zeigt, so sind diese doch nie so weitgehend und hervortretend, wie dies beim Eisen der Fall ist. Zuweilen kann man Verwachsungen von Eisen und Magnetkies studiren. Kommt es hierbei zu Umschliessungen beider Gemengtheile, dann tritt immer das Eisen innerhalb des Magnetkieses auf, nie umgekehrt.

Ein eigenthümliches Mineral, das selten in recht kleinen Partien zwischen den übrigen Fragmenten auftritt, aber nicht in jedem Präparat erkennbar ist, hat folgende Eigenschaften: Es ist stets völlig farblos, an einigen Stellen ermangelt es jeder Structur, an anderen zeigt es einige unregelmässige Risse, wobei es den Anschein hat, als lösten sich kleine Blättchen parallel der Schliffebene ab. In einem Falle wurde es als vollkommen isotrop befunden, in den übrigen nimmt man spuren-

hafte Doppelbrechung und Interferenzfarben in einem sehr schwach dunkelblaugrauen Tone wahr. Die Lichtbrechung ist schwach. Im convergenten Lichte zeigt es die Erscheinungen der optisch zweiaxigen Mineralien. Eine Bestimmung gelang mir nicht. Die Eigenschaften stimmen gut überein mit denen einer Substanz, welche Tschermak¹⁾ beschreibt, aber ebenfalls nicht zu identificiren vermochte. Wahrscheinlich sind beide identisch.

Von grosser Mannigfaltigkeit in ihrer ganzen Erscheinungsweise repräsentiren sich die Chondren. Von rundlicher oder elliptischer, zuweilen auch unregelmässiger mit Ausbuchtungen versehener Gestalt, sind sie meistens, jedoch nicht immer von dem umgebenden Mineralgemenge deutlich abgegrenzt. Um die Chondren auch in den wenigen Fällen noch als solche zu erkennen, in denen der Umriss sich weniger scharf von der Umgebung abhebt, bedarf es schon einer gewissen Uebung und Gewöhnung des Auges. Ihrer mineralogischen Zusammensetzung nach können wir sie in mehrere Hauptklassen eintheilen, deren jede wiederum mannigfache, durch die verschiedene Structur bedingte und durch Uebergänge verbundene Unterabtheilungen enthält.

Befassen wir uns zunächst mit denjenigen Chondren, in welchen der Olivin allein oder höchstens mit untergeordnetem Glase verbunden auftritt, und zwar mit der Gruppe der monosomatischen Olivinchondren. Den einfachsten, aber auch selteneren Fall stellen die aus einem einzigen rundlichen Individuum bestehenden Kügelchen dar. Schon häufiger kommt es in unserem Meteoriten vor, dass das Olivinchondrum im Inneren aus parallelen Lamellen mit zwischengelagerter, trennender Glasmasse besteht, während der Saum von ununterbrochener und mit den inneren Lamellen gleich orientirter Olivinsubstanz gebildet wird. Tschermak giebt in seinem oben citirten Werke mehrfache Abbildungen solcher „gefächerter Olivinkugeln“ (z. B. Taf. IX, Fig. 4; Taf. X, Fig. 2).

¹⁾ l. c. pag. 11.

Zuweilen erstrecken sich die Lamellen im Innern nicht ununterbrochen fort, setzen vielmehr ab, so dass die Glasmasse netzförmig communicirt. Die Dicke der trennenden Glaspattie wechselt in weiten Grenzen: von dem einen Extrem, in welchem das Glas gleichsam nur wie ein Hauch sich zwischen die Olivinlamellen drängt, bis zum anderen, in welchem es an Menge dem Olivin nicht weit nachsteht, kommen alle Uebergänge vor. Zuweilen treten an Stelle der Lamellen Olivinstäbchen, von einander durch eine dünne Glasschicht getrennt. Querschnitte durch solche Chondren erwecken den Anschein, als lägen viele kleine Olivinkörner in einer glasigen Basis; diese sind aber alle gleich orientirt und gehören einem im Innern skelettartig ausgebildeten Individuum an.

Zu den gefächerten monosomatischen Olivinkugeln findet sich ein Analogon unter der Gruppe der polysomatischen. Es kommt nämlich vor, dass 2 Systeme paralleler Olivinlamellen sich unter schiefem Winkel schneiden und von einer gemeinsamen Olivinrinde umgeben sind, die mit dem einen Bündel gleich orientirt ist, also ein Individuum bildet. Die grosse Mehrzahl der polysomatischen Olivinkugeln hat jedoch eine andere Ausbildung. Am einfachsten liegt der Fall, wenn mehrere Individuen lückenlos zusammentreten. Dies kann in der Weise geschehen, dass unregelmässig gestaltete Körner sich aggregatförmig vereinigen, wobei recht häufig in der Mitte oder auch excentrisch ein grösseres Individuum liegt, um das sich ein Kranz kleinerer Körner anlegt, oder aber es strahlen von einem excentrisch gelegenen Radiationspunkt säulenförmige, sich conisch erweiternde Individuen unter gegenseitiger inniger Berührung aus. Bei den körnigen Olivinchondren drängt sich häufig zwischen die einzelnen Individuen ein wenig graues bis braunes oder schwärzliches Glas; meist hat dasselbe bereits einen Entglasungsprocess durchgemacht. Nimmt es an Menge zu, so gehen die körnigen Chondren allmählich in porphyrische und schliesslich, wenn die krystallinischen Gemengtheile zurücktreten, in

Glaskugeln über. Ein Beispiel für porphyrische Ausbildung stellt die Fig. 5 auf Taf. IV dar, welche zugleich auch die Erscheinung eines Doppelchondrums zur Anschauung bringt. Eine monosomatische, undeutlich netzförmig gefächerte Olivinkugel liegt daselbst in einem ellipsoidisch gestalteten Chondrum, das aus Fragmenten von Olivin besteht, die sowohl von einander, als von der eingeschlossenen Kugel durch dunkelgraue entkörnte Glassubstanz getrennt sind. Auch eine porphyrtartige Structur kann vertreten sein. Hierfür liefern Fig. 6 und 7 auf Taf. IV Beispiele: In Fig. 6 liegt ein grosser Olivinkrystall, unten mit einer Abbruchfläche versehen, in einer Grundmasse, welche aus kleinen Körnern von Olivin und zwischengelagertem Glas nebst einigen wenigen besonders randlich angeordneten Partikeln von Magnetkies besteht. In Fig. 7 nimmt ein Olivinindividuum den bei weitem grössten Raum des Chondrums ein und ist umgeben von einem Gemenge kleiner Olivinfragmente mit graubrauner entglaster Basis. Ein anderes Chondrum von eigenthümlicher Art wird von Fig. 8, Taf. IV, wiedergegeben. Hier ist ein polysomatisches Doppelchondrum verwachsen mit einem monosomatischen gefächerten Olivinchondrum. Ersteres setzt sich aus einem Ring von Olivinkörnern zusammen, der schwärzlich graues Glas und gleichfalls zu einem Ring angeordnete Olivinkörner mit Glas im Innern einschliesst.

Während ausserhalb der Chondren rundum ausgebildete Krystalle von Olivin nie zur Beobachtung gelangten, konnten sie innerhalb derselben zuweilen wahrgenommen werden. Die Combinationen sind dann immer einfache und setzen sich aus einem Prisma, dem Brachypinakoid und einem Doma zusammen. Skelettförmige Ausbildungen, wie sie Tschermak abbildet (l. c. Taf. X, Fig. 1), und wie sie vom Verfasser¹⁾ als Krystallgerippe aus syrischen Basaltlaven beschrieben und abgebildet worden sind, kommen hie und

¹⁾ Doss: Die basalt. Laven und Tuffe der Provinz Haurân etc. Tscherm. Miner. u. petr. Mitth. Bd. VII, pag. 487 (1886).

da vor. Corrosionsförmige Einbuchtungen, die am basaltischen Olivin so häufig vorkommen, an dem meteorischen Olivin aber nur sehr selten erwähnt werden, wurden in wenigen Fällen wahrgenommen. Das Glas, welches an der Zusammensetzung der porphyrischen Olivinchondren Antheil nimmt, zeigte mit einer einzigen Ausnahme Krystallisationsanfänge, die hier mehr, dort weniger vorgeschritten sein können; am häufigsten hat eine körnige Entglasung stattgefunden, stellenweise eine faserige. Von diesen ersten Anfängen der Krystallisation an lassen sich zuweilen Uebergänge beobachten zu Mikrolithen, deren Natur bereits bestimmbar ist entweder als Bronzit, wenn lange dünne, schwach polarisirende Säulen vorliegen, oder als Olivin, wenn lebhaft polarisirende Körner oder Kryställchen auftreten; bei ersteren kommen Durchkreuzungszwillinge vor, unter letzteren erkannte ich Mikrolithe, welche mit den vom Verfasser¹⁾ aus syrischen Basaltlaven beschriebenen und abgebildeten skelettartigen Aggregaten grosse Aehnlichkeit besitzen. Fig. 9 auf Taf. IV stellt ein Bild derselben dar. In Bezug auf die Einschlüsse verhält sich der Olivin der Chondren ganz so wie derjenige ausserhalb dieser Gebilde.

Bei der zweiten Hauptklasse von Chondren tritt der Pyroxen als einziger krystallinischer Gemengtheil auf. Kleine monosomatische Bronzitkügelchen, die bisher noch nicht beobachtet worden zu sein scheinen, erkannte ich in zwei Exemplaren. Zuweilen hat es auch ganz den Anschein, als ob einige Chondren, die jetzt aus einer geringen Anzahl von Bronzitstückchen bestehen, ursprünglich ein einziges Individuum dargestellt hätten. So konnte ich z. B. ein aus 2 Fragmenten bestehendes Kügelchen beobachten, bei dem die beiden Stücke mit einer gezackten Contur aneinandergrenzen, die ganz den Eindruck einer Bruchfläche hervorruft, so dass es nicht ausgeschlossen ist, dass durch mechanische Einflüsse das ursprünglich monosomatische Chondrum

¹⁾ l. c. p. 485 u. Taf. IX, Fig. 4 u. 5.

polysomatisch geworden ist. Chondren, die aus mehreren Bronzitindividuen ohne jegliche Theilnahme einer anderen Substanz bestehen, sind entweder excentrisch dickstrahlig gebaut oder stellen, was häufiger der Fall, ein körniges Aggregat dar. Die Substanz des Bronzites ist in den meisten Fällen recht unrein. Erzkörner, die in ihren Dimensionen bis zu staubartiger Feinheit herabsinken, rundliche und schnurförmige Glas- und Gaseinschlüsse sind häufige Gäste. Eine andere Erscheinung ist die, dass der periphere Saum des Chondrums eine dunkel bläulichgraue Färbung aufweist. Es kommt dies bei Chondren vor, welche aus innig aneinander geschmiegt, unregelmässig begrenzten Bronzitpartien bestehen, und die wenigstens zum Theil infolge der verschwommen fleckigen, nicht rein aggregatförmigen Polarisationsfarben den Eindruck hervorrufen, als seien sie — wie oben angeführt — früher monosomatisch gewesen. Wenn Risse von der Peripherie der Chondren aus nach dem Innern hineinsetzen, dann zieht in der Umgebung derselben die dunkle Randzone etwas tiefer nach dem Innern, als an den übrigen Stellen. Diese periphere Färbung ist nicht dadurch bedingt, dass kleine opake Einschlüsse in grösserer Menge in der Randzone beherbergt werden als im Innern, wenigstens konnte selbst mit Immersionssystemen keine diesbezügliche Beobachtung gemacht werden, sondern es erweckt den Anschein, als liege eine substantielle Dunkelfärbung des Bronzitrandes vor. Die Dicke der dunklen Randzone kann in anderen Fällen derart zunehmen, dass nur noch ein kleiner heller Kern übrig bleibt, bis schliesslich auch dieser verschwindet, und das ganze Kügelchen in der charakteristischen dunkelgrauen Farbe mit bläulichem Tone erscheint. Hierbei ist es freilich nicht ausgeschlossen, dass periphere Tangentialschnitte von solchen Chondren vorliegen, die lediglich die dunkle Randzone besitzen. In einem Falle konnte ich ferner beobachten, dass an einigen Stellen der dunkle Randsaum ein wenig nach dem Innern zu rückt, so dass zwischen ihm und der

Peripherie eine helle Zone bleibt, ungefähr in der Weise, wie bei radialen Schnitten durch die Rinde eines Chondriten auch zuerst eine hellere Zone, dann eine dunklere und endlich der wiederum hellere Kern folgen. Ob die ganze Erscheinung eine primäre, durch ultramikroskopische Einschlüsse bedingte oder eine secundäre, vielleicht durch Aufsaugung eines Pigmentes bewirkte ist, muss unentschieden bleiben.

Häufiger als die bisher behandelten körnigen Bronzit-chondren sind solche, bei denen radial und zwar excentrisch angeordnete Leisten farblosen oder auch trüben Bronzites unter Antheilnahme einer geringen, sich zwischenklemmenden Menge Glases das Kügelchen bilden. Der Radiationspunkt der Strahlen liegt zuweilen ausserhalb der Chondren. Auch kommt es vor, dass ein Chondrum aus 2 oder mehreren Büscheln von Pyroxenleisten besteht, die an einander ungefähr in der Weise abstossen, wie bei discordanter Schichtenlagerung das eine Schichtensystem am anderen. Die Dünne der Bronzitsäulen kann bis zu den feinsten haarförmigen Gebilden herabgehen. Chondren dieser Art erwecken bei schwacher Vergrösserung den Anschein, als beständen sie aus einer grauen structurlosen Masse; erst mit Hilfe stärkerer Objective ist der feinstrahlige Aufbau erkennbar, wobei aber das Ganze gleichsam mit einem grauen Schleier durchwoben ist, der die Deutlichkeit ungemein beeinträchtigt. Nur an den dünnsten keilförmigen Partien in der Nähe von Ausschleifungen kann man mit Hilfe von Immersionssystemen die Eigenschaften des Bronzites noch erkennen. Der graue schleierartige Ton rührt von sehr dünnen Häuten grauen Glases her, welches sich zwischen die feinen Bronzitstrahlen einschiebt. Eine reichliche Durchstäubung mit feinsten Erzkörnchen ist ausserdem zuweilen zu beobachten. Ein eigenthümlicher Vertreter der strahlig gebauten Bronzit-chondren ist in Fig. 10 auf Taf. IV wiedergegeben. Wir bemerken im Innern den Durchschnitt einer älteren Oberfläche, einer alten Contur des Kügelchens. Es liegt da also eine Art Wachstumszone vor, die auf einen erneuten An-

satz von krystallisirender Substanz an ein bereits fertiges Kügelchen hindeutet. Die Begrenzung links und rechts ist eine zufällige, durch Abbruch entstanden. Die faserige Structur vereinigt sich bei anderen Kügelchen zuweilen mit der körnigen, indem Büschel von Bronzitleisten sich um ein grösseres Bronzitkorn im Innern lagern. Die Glas-substanz vermag endlich in grösserer Menge die Pyroxensäulen in gleicher Weise zu trennen wie die Olivinbalken der gefächerten Chondren.

Als dritte, nur sehr spärlich vertretene Kategorie von Chondren erscheinen die vorzugsweise aus Glas bestehenden Kugeln. Das Glas wiegt den krystallinischen Gemengtheilen gegenüber nur bedeutend vor, tritt nie allein auf. In der krystallinisch-körnig oder faserig entglasten Masse erkannte ich in den wenigen Fällen, die mir überhaupt zu Gesichte kamen, vereinzelte Kryställchen von Olivin, einmal auch eine an der Anordnung der eingestreuten winzigen Erzpartikelchen wahrnehmbare Fluidalstructur. Der chemischen Zusammensetzung nach scheint sowohl Bronzit- als Olivinglas vorzukommen, wie die Entglasungsproducte andeuten. Wenigstens kann man mit einiger Sicherheit die doppeltbrechenden Fasern und Nadeln dem Bronzit, die Körnchen aber dem Olivin zurechnen. In einem Chondrum letzterer Art sind auffallender Weise die Körnchen gruppenweise zwischen den eingelagerten spärlichen Olivinkryställchen optisch gleich orientirt, wie an den fleckenweise übereinstimmenden Polarisationsfarben erkannt werden kann. An sehr dünnen Stellen in der Nähe ausgeschliffener Partien ist man noch im Stande, mit Immersionssystemen die einzelnen winzigen Körnchen auf ihre Olivinnatur zu untersuchen.

Ein Eisenchondrum wurde nur ein einziges Mal beobachtet, und zwar innerhalb der Schmelzrinde.

Als letzte und, was ihre Anzahl betrifft, vorherrschendste Kategorie von Chondren sind die gemischten anzuführen. An ihrem Aufbau nehmen die beiden krystallinischen Sili-

cate des Meteoriten: Olivin und Bronzit theil, wozu sich mehr oder weniger glasige Substanz, metallisches Eisen und Magnetkies gesellen können. In der Regel sind Körner, mitunter auch Kryställchen von Olivin, sowie säulenförmige Fragmente von Bronzit durch eine dunkle, körnig oder faserig entglaste Basis verbunden, die sowohl nur in feinen Häuten, gleichsam als Zwischenklemmungsmasse, als auch in grösserer Menge auftreten kann. Es kommt zuweilen vor, dass die Chondren völlig von compactem Nickeleisen oder Magnetkies umschlossen werden oder auch, dass das Eisen in Form einer schwammig porösen Hülle das Kügelchen umgiebt. Die Eigenschaften der im Chondrum gelegenen Olivin- und Bronzitindividuen entsprechen völlig den ausserhalb derselben gelegenen Vertretern dieser Minerale. Ueber das Vorkommen der lamellar verzwilligten Bronzite ist schon oben das Nöthige erwähnt worden. Ein einziges Mal kam der Fall zur Beobachtung, dass dünne Säulen dieser Bronzitzwillinge allein mit balkenförmigem Olivin, der zwischen ihnen gelagert, ein Kügelchen bilden.

Der Anblick der gemischten Chondren ist je nach der Structur, die durch eine körnige, porphyrische, faserige oder eine Verbindung zweier Arten repräsentirt sein kann, ferner je nach der relativen Antheilnahme der Gemengtheile an der Zusammensetzung ein so mannigfaltiger, dass es zu weit führen würde, wollte man alle die verschiedenen Fälle einzeln namhaft machen. Bei dem Studium eines jeden neuen Präparates wird man Ausbildungen von Chondren wahrnehmen, die man vorher in der Weise noch nicht gesehen. Nur einige wenige Beobachtungen mögen hier noch Erwähnung finden. So ist z. B. nicht selten der Bronzit peripherisch, der Olivin central gelagert. In einem Falle (Fig. 11, Taf. IV) liegt ein Chondrum vor, bei welchem sowohl der eingeschlossene Olivin als der umschliessende Bronzit, wie aus den Interferenzfarben hervorgeht, nur je ein Individuum darstellen (Einschlüsse mehrerer Olivinkörner im Bronzit der Chondren kommen übrigens nicht selten

vor). In einem anderen Falle besitzt ein Kügelchen einen dunklen Randsaum und einen hellen Kern; ersterer besteht aus sehr kleinen Bronzitkörnchen, die durch reichliche opake Einschlüsse dunkel gefärbt sind, letzterer aus relativ reinem Olivin. Ein Beispiel für jene Chondren, welche eine Combination zweier Structurvarietäten erkennen lassen, stellt Fig. 12, Taf. IV, dar. Das Kügelchen besteht aus einem Aggregat von körnigem Olivin, untergeordnet Bronzit (B), auf der einen Seite umschlossen von einem Mantel von strahlig-faserigem Bronzit. An der oberen Seite ist das Chondrum abgeschliffen.

Alle die bisher erwähnten Fragmente von Olivin, Bronzit, die Chondren nebst ihren Splittern, das Eisen und der Magnetkies liegen vollständig regellos und wirr durcheinander; sie gehen zu immer kleiner werdenden Bruchstücken, zu staubartigen Partikelchen herab, welche unter sich und mit den grösseren Fragmenten nicht sehr fest verbunden sind. Dabei findet kein Sprung in der Grösse der Splitter statt, so dass wir keinen Gegensatz zwischen Grundmasse und eingestreuten porphyrischen Individuen wahrnehmen können.

Werfen wir noch einen Blick auf die Veränderungen, welche in und nahe der Schmelzrinde vor sich gegangen sind. In einem aus dieser Region dargestellten Tangentialschnitt beobachtet man, wie vorauszusehen war, einen viel grösseren Reichthum an opaker Substanz im Vergleich zu den aus grösserer Entfernung (1^{cm}) stammenden Präparaten. Insbesondere sind es die kleineren Splitter, welche man vergebens wieder sucht; an ihrer Stelle befinden sich schwarze Massen. Die grösseren Fragmente von Olivin, Bronzit und die Chondren, sowie das Eisen sind noch sichtbar, lassen aber z. Th. auch die Spuren der zur Einwirkung gelangten hohen Temperatur erkennen. Der Bronzit ist stärker beeinflusst als der Olivin, indem er in höherem Masse geschwärzt erscheint. Dies documentirt sich in der Ablagerung opaker Substanz in den zahlreichen Spaltrissen und der

Umgebung der Individuen; an letzterem Orte erweckt dieselbe durchaus den Eindruck einer Schmelzmasse. Die Chondren verhalten sich verschieden je nach ihrer mineralogischen Zusammensetzung. Das Eisen zeigt zum grösseren Theile seine ursprünglich verzweigten Formen noch, der Magnetkies hat dagegen grosse Veränderungen erlitten. Zunächst glaubt man, er sei völlig verschwunden, da man im reflectirten Lichte den charakteristischen braunen Metallglanz vergebens sucht; erst bei scharfer Beobachtung erkennt man an einigen opaken Stellen noch kleine Anklänge an die Bronze-farbe. Es stimmen diese Beobachtungen gut überein mit dem verschiedenen Schmelzbarkeitsgrad der vorkommenden Minerale. Der Olivin als schwerst schmelzbarer Bestandtheil ist noch am meisten intact geblieben, der leichter schmelzbare Bronzit zeigt schon intensivere Veränderungen, und der Magnetkies als am leichtesten schmelzbarer Gemengtheil ist fast völlig der Einwirkung der hohen Temperatur und des Sauerstoffes der Luft unterlegen. Lediglich vom Nickeleisen hätte man eine etwas grössere Veränderung erwarten sollen.

Wenden wir uns noch kurz zur Entstehungsweise der für den grössten Theil der Meteorsteine so charakteristischen Chondren. Bekanntlich hat sich noch keine der aufgestellten Hypothesen einer allgemeinen Anerkennung von Seiten der Fachgenossen erfreuen können. Die früher verbreitete Theorie der mechanischen Abrundung wurde, nachdem genauere mikroskopische Untersuchungen der Meteorite ausgeführt worden waren, aufgegeben. Andere Forscher dachten, um nur auf die in neuerer Zeit aufgestellten Ansichten einzugehen, sich die Chondren entstanden durch eine „Verdichtung Mineral bildender Stoffe unter gleichzeitiger drehender Bewegung in Dämpfen, welche das Material zur Fortbildung lieferten ... wobei in der Richtung der Bewegung einseitig mehr Material sich ansetzte“ (Gümbel¹⁾), auf den Versuchen Daubrée's fussend); oder sie

¹⁾ Ueber die in Bayern gefundenen Steinmeteoriten. Sitzb. d. math.-phys. Cl. d. Akad. d. Wiss. zu München. 1878, p. 70.

hielten sie für die Erstarrungsproducte einer in Tropfen zerstäubten dünnflüssigen Schmelze (Sorby¹⁾, Cohen²⁾, Tschermak³⁾), während eine fernere Gruppe von Forschern sie als die Producte einer „überhasteten Krystallisation“ betrachtet (Wadsworth⁴⁾, Brezina⁵⁾). Abgesehen davon, dass gegen die letztere, besonders von Brezina betonte Hypothese bereits Bosscha⁶⁾ gewichtige und berechtigte Bedenken angeführt hat, möchte ich nur das Eine noch besonders betonen, dass schon die körnigen, insbesondere aber die porphyrischen Chondren — man betrachte einmal die in den Fig. 6 und 7 auf Taf. IV oder von Tschermak in seinem Atlas auf Taf. VII, Fig. 4, und Taf. VIII, Fig. 1, dargestellten — der Hypothese der überhasteten Krystallisation unüberwindliche Schwierigkeiten entgegenstellen. Es scheint mir geradezu ausgeschlossen, dass auf diesem Wege Chondren entstanden sein können, in welchen ein wohlausgebildeter compacter Olivin den grössten Theil des Kügelchens einnimmt (Fig. 7, Taf. IV). Die von Bosscha⁷⁾ selbst aufgestellte Hypothese, wonach die Chondren in der Weise entstanden seien, dass kosmische Massen von winzigen Dimensionen auf ihrem Laufe in die Nähe der Sonne gelangt, daselbst in ihren einzelnen Theilen geschmolzen seien und Tropfen gebildet haben, die nach Passirung des Periheliums wieder erkalteten, ist aber doch auch sehr hypothetisch. Insbesondere erregt die für seine Meteoritenbildungs-Theorie nöthige Voraussetzung Bedenken, dass die kleinen Körperchen die äussersten Theile der Sonnenatmosphäre durchqueren,

1) Nature XV Nr. 388, p. 496 (1877).

2) Verh. d. Naturh.-Med. Ver. zu Heidelberg N. F. Bd. II, p. 2.

3) Der Meteoritenfall v. Tieschitz in Mähren. Sitzb. d. Ak. d. Wiss. z. Wien. Bd. 78, Abth. I, p. 580 (1878).

4) Lithological Studies. Mem. Mus. of comp. Zool. at Harvard college XI (1), p. 86 (citirt von Bosscha), und Meteoric and terrestrial rock. Science 1883, p. 127 (citirt von Brezina).

5) Die Meteoritensammlung d. k. k. Miner. Hofcabinetes in Wien am 1. Mai 1885. Wien 1885, p. 19.

6) l. c. p. 139.

7) l. c. p. 141.

ohne von der Sonne selbst angezogen zu werden. Reusch kommt bei der Untersuchung des Tynesmeteoriten zu dem Resultat, die Chondren seien in dem ihm vorliegenden Falle durch Abrundung entstanden (l. c. p. 497), wobei er freilich eine Erklärung, wie die Abrundung vor sich gegangen, nicht zu geben vermag, jedoch der Ueberzeugung ist, dass sie nicht lediglich mechanischem Abschleifen ihren Ursprung verdankt (p. 498). An anderer Stelle, bei Gelegenheit der Darstellung seiner Ansichten über die Entstehung der Bruchstücknatur vieler Meteoriten durch gewaltige Temperaturdifferenzen (Sonnennähe und -ferne), giebt er der Vermuthung Raum, dass die Chondritstructur eine Folge der starken Erhitzung sei (p. 510), bei der die Bruchstücke unter einander in gegenseitige Bewegung versetzt und dadurch abgerundet worden seien (p. 511).

Als wahrscheinlichste Theorie erscheint mir die von Tschermak vertretene, wonach die Chondren Erstarrungsproducte von in Tropfen zerstäubter Schmelzmasse sind. Sie besitzt die grössere Wahrscheinlichkeit gegenüber den anderen Hypothesen, weil sie die Mehrzahl der an den Chondren beobachteten Erscheinungen befriedigend zu erklären vermag. Dasjenige, was ich an den Chondren des Misshofer Meteoriten wahrzunehmen vermochte, weist auf genannte Entstehungsweise hin; so z. B. das Vorkommen von Kügelchen mit Einbuchtungen oder von Doppelchondren, Erscheinungen, die ja überhaupt zur Aufgabe der früheren Abreibungstheorie gezwungen haben, und die einfach ihre Erklärung durch die Annahme finden, dass einerseits schon verfestigte Kügelchen in solchen von noch plastischer Natur Eindrücke hervorbrachten, andererseits sich völlig mit noch flüssiger Schmelzmasse zu umgeben vermochten, welch' letztere das umschliessende Chondrum lieferte. Wenn man bei dieser Theorie von „zerstäubter Schmelzmasse“ spricht, so darf man sich dies nicht in der Weise vorstellen, als sei die Masse durch und durch homogen flüssig gewesen, sondern das Auftreten der Chondren mit einem grossen por-

phyrischen Krystall im Innern zwingt vielmehr zur Annahme, dass in ihr bereits Krystallausscheidungen stattgefunden hatten. Auffallend mag das häufige Vorkommen von Krystallfragmenten im Innern der Chondren sein; zunächst können sie als solche nicht in dem Glase entstanden sein, in dem sie sich jetzt befinden, denn als Ausscheidungsproducte desselben würden ihre fragmentaren Formen unverständlich sein; sie müssen also durch eine schmelzflüssige Masse erst verbunden worden sein. Wir können uns den Vorgang in der Weise denken, dass bei der Zerstäubung der Schmelzmasse intensive Anprälle der in ihr ausgeschiedenen Krystalle an einander, z. Th. vielleicht auch an präexistirende feste Gesteinswände stattfanden, wobei die mitgerissene glasige Schmelzmasse noch in einem derart flüssigen Zustande sich befand, dass sie die Bruchflächen der Krystalle wieder umschliessen konnte. War ihre Menge gegenüber den Fragmenten eine geringe, dann konnte es wohl auch vorgekommen sein, dass sie dieselben nur einseitig umgab, wie dies z. B. bei dem Chondrum in Fig. 1 Taf. IV, bei dem jetzt allerdings nur ca. die Hälfte sichtbar ist, der Fall gewesen sein mag. An den Stellen, wo das Magma sich in die engen Räume zwischen den Körnern gezogen hat, ist es zu schwarzem Glase schnell erstarrt, in einiger Entfernung davon aber strahlig auskrystallisirt.

Führen uns solche an porphyrischen Chondren gemachte Beobachtungen zu der dargelegten Ansicht, dass wir es bei den Chondren wahrscheinlich mit Ejectionen zu thun haben, bei welchen z. Th. Krystalle oder Krystallfragmente Partien eines glasigen Schmelzflusses mit sich rissen, die dann mehr oder minder schnell zu homogener oder faserig resp. körnig entglaster Basis erstarrten, so steht einer derartigen Annahme in der Beschaffenheit der übrigen Chondren nichts entgegen. Die körnigen, sehr wenig Glas enthaltenden Kügelchen sind von den porphyrischen nur durch die relative Betheiligung des Glases unterschieden. Die faserigen und stengligen Chondren können wir uns als reine Schmelztröpf-

chen vorstellen ohne mitgerissene feste Theile. Ihre Erstarrung mag relativ schnell vor sich gegangen sein. Weniger war dies der Fall bei den monosomatisch gefächerten Olivinchondren und bei den unter Ausschluss von Glas dickstrahlig gebauten Kügelchen.

Hiernach hätten wir es im Grossen und Ganzen mit einer Entstehungsweise der Chondren zu thun, die in Vorgängen auf der Erde, in der Bildung von vulcanischen Aschen und Sanden eine gewisse Analogie besitzt. Auch bei diesen finden wir reine Glaspartikel mit oder ohne Krystallisationsanfänge, sehr häufig aber besonders grössere Krystalle oder Fragmente mit anhaftendem Glase. Ist doch Zirkel¹⁾ bei der mikroskopischen Untersuchung vulcanischer Aschen und Sande zur Bestätigung der alten Ansicht von Menard de la Croye und Moricand gelangt, wonach jene Eruptionsproducte durch Dampfexplosionen zerstäubte, noch flüssige oder halbflüssige Lava darstellen, die zu einem Steinstaub erstarrte. Warum es bei den irdischen vulcanischen Ejectionen nicht zur Bildung von Kügelchen kommt — schwache Anklänge an dieselben, nämlich winzige Glaskügelchen, beobachtete Penck²⁾ — mag seinen Grund in den verschiedenen physikalischen Verhältnissen haben, die bei Eruptionen auf der Erde und auf jenen Himmelskörpern, von denen die Meteorite Bruchstücke darstellen, obwalteten. Vielleicht vermag der Versuch Sorby's³⁾, gemäss welchem die durch Luft aus einer geschmolzenen Schlacke herausgeblasenen Schlackentheilchen sich zu Kugeln vereinigen, wenn die eingeblasene Luft nahezu die Temperatur des Schlackenschmelzpunktes hat, einiges Licht in der Frage nach der Entstehungsweise der Chondren verbreiten.

Aus Vorstehendem geht schon hervor, dass ich mir die Bildungsweise des gesammten Meteorsteines, des Chondriten,

¹⁾ Mikromineralog. Mittheilungen. N. Jahrb. f. Miner. 1872, p. 25.

²⁾ Studien über lockere vulcanische Auswürflinge. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Bd. 30, p. 120, 123 (1878).

³⁾ On the structure and origin of meteorites. Nature 1875, Bd. 15, 495.

nicht wie Brezina¹⁾ denke, der nach dem Vorgange von Chladni und v. Hoff sie als lockere staubartige oder gasförmige Zusammenballungen an den Grenzen unserer Atmosphäre ankommen lässt, in der sie durch eine räthselhafte Explosion eine noch räthselhaftere Zusammenpressung zu einem festen Körper erleiden, noch wie Bosscha²⁾, der die Chondren sich zunächst einzeln aus winzigen kosmischen Massen in der Nähe der Sonne bilden und sie durch spätere Zusammenstösse sich agglomeriren lässt, sondern dass ich mich im Grossen und Ganzen der Tschermak'schen³⁾ Anschauung anschliesse, der sich die Bildung des meteoritischen Tuffes in der Weise vorstellt, dass „bei Eruptionen, welche unseren vulcanischen Eruptionen ähnlich, jedoch von einer so hohen Temperatur begleitet waren, dass die Mg-silicate des Olivines und Bronzites als dünnflüssige Massen existirten, diese Flüssigkeiten zerstäubt und in Tropfen zertheilt wurden, welche beim Erstarren entweder ihre runde Form behielten oder in Splitter zersprangen, worauf alle diese Producte als eine lockere Tuffmasse abgelagert wurden.“ Nur darf man sich freilich bei diesem Bildungsact nicht der Vorstellung überlassen, dass die ausserhalb der Kügelchen gelegenen Mineralfragmente sämmtlich zersplitterte Chondrentheile seien. Wäre dies der Fall, so müsste man doch wenigstens in einigen Fällen ausserhalb der Chondren Glassubstanz und ihre ersichtlichen Fragmente finden. Eine derartige Beobachtung begegnete mir aber im Misshofer Meteoriten nirgends. Dies zwingt für den vorliegenden Fall zu der Annahme, dass die zwischen den Chondren und deren Splittern gelegenen fragmentaren krystallinischen Producte das durch eruptionsartige Vorgänge staubartig zerstückelte Material bereits existirt habender vollkrystalliner Olivin-Bronzitgesteine seien, während die Chondren nach

¹⁾ l. c. p. 20.

²⁾ l. c. p. 141.

³⁾ Ueber die Meteoriten von Mocs. Sitzber. d. Acad. d. Wiss. zu Wien. Bd. 85, Abth. II, p. 205 (1882).

wie vor sich als die Erstarrungsproducte von bei diesen Vorgängen emporgeschleuderter flüssiger Schmelzmasse plus den in sie gelangten Fragmenten darstellen. Beides zusammen, die Krystallfragmente und die erstarrten Tropfen, fielen wie ein Aschenregen auf die Oberfläche des Himmelskörpers zurück und verfestigten sich durch Agglutiniren der Theile zu einem lockeren porösen Ganzen, ähnlich wie dies heutzutage bei der Bildung irdischer Trockentuffe der Fall ist. Warum in den Chondriten keine Kügelchen von Magnetkies und nur sehr selten solche von Eisen vorkommen, kann recht gut, wie Tschermak¹⁾ annimmt, seinen Grund darin haben, dass diese als leicht schmelzbare Substanzen in der Luft nicht völlig erstarrten, in noch weichem Zustande abgelagert wurden, wobei sie ihre Kugelform verloren, indem sie sich den umgebenden Splittern und Kügelchen anschmiegen. Durch einen späteren, sehr heftigen explosiven Act wurden die entstandenen Tuffe endlich zerstückelt, vom Himmelskörper abgeschleudert (oder der ganze Planet wurde zerstäubt), um als selbständige Körper im Weltall zu kreisen, so lange, bis sie von anderen grösseren Massen angezogen und in sich einverleibt wurden.

Wenn ich zu einer derartigen Ansicht über die Entstehung der Chondriten durch das Studium des Misshofer Meteoriten — dabei vielfach auf den Untersuchungen anderer Forscher an anderen Steinen fussend — gelangt bin, so habe ich selbstverständlich das Gebiet der Hypothese ebensowenig verlassen können, wie dies überhaupt bisher jemals geschehen konnte. Auch bin ich nicht der Meinung, dass das Material aller Meteoriten genau auf demselben Wege entstanden sei, und ich kann mich in Bezug auf diese Frage nur den Worten Gumbel's²⁾ anschliessen, der nach Untersuchung der bayrischen Meteoriten schliesslich zu dem Ausspruch sich veranlasst sieht: „dass andere Meteoriten“ (als die Chondriten), „namentlich die Meteoreisenmassen und

¹⁾ l. c. (Met. v. Mocs).

²⁾ l. c. p. 70.

die kohligen eine theilweise andere Entstehung gehabt haben müssen, ist nicht zweifelhaft; sie mögen einen ruhigeren Process an der Oberfläche des Himmelskörpers durchgemacht und nur das mit den steinigen Meteoriten gemein haben, dass sich zum Theil dasselbe Material an ihrer Zusammensetzung betheiligte, wenn auch in geringerer Menge, und dass sie auf gleiche Weise zerstückelt und abgeschleudert wurden.“

Chemische Untersuchung.

Herr Mag. Johanson, der den Misshofer Meteoriten einer chemischen Untersuchung unterworfen hat, theilte mir gütigst folgende Resultate seiner analytischen Befunde mit.

	<i>A</i> Durch Wasser extrahirbar	<i>B</i> Durch HgCl ₂ bestimmt.	<i>C</i> Durch HCl (1,075 sp. G.) gelöst.	<i>D</i> Durch HF + H ₂ SO ₄ gelöst	<i>E</i> Aus der Soda- Salpeter- Schmelze	<i>F</i> In geson- deter Be- stimmung.
Fe ₇ S ₈ (Magnetkies)	—	0,5427	—	—	—	—
FeS	—	5,7497	—	—	—	—
Fe	—	14,8057	—	—	—	—
Ni	—	1,2657	—	0,0845	—	—
Mn	—	0,2763	—	—	—	—
Cu	—	—	0,0927	0,0991	—	—
SnO ₂	—	—	0,1562	—	—	—
FeO	—	—	8,7170	2,9791	0,1532	—
MgO	Spur	—	15,0428	4,2919	—	—
MnO	—	—	0,9721	3,3997	—	—
Al ₂ O ₃	—	—	0,2303	0,0621	—	—
Cr ₂ O ₃	—	—	0,8772	0,1983	0,2924	—
K ₂ O	Spur	—	0,7931	0,3385	—	—
Na ₂ O	Spur	—	1,4179	2,5235	—	—
Cl	0,0071	—	—	—	—	—
SiO ₂	Spur	—	—	—	—	34,9646
	0,1242	22,6401	28,2993	13,9767	0,4456	34,9646

Summa 100,4505

Zur Mittheilung gehört noch das Folgende:

„Die unter *B* angeführten Elemente Eisen, Nickel, Mangan sind von dem in HCl gelösten Antheile des analytischen Ganges in Abzug gebracht. Kupfer und Nickel unter *D* sind als Metalle verzeichnet, vielleicht aber nicht

als solche, sondern als Silicate vorhanden, da sie von HCl nicht in Lösung gebracht werden.“

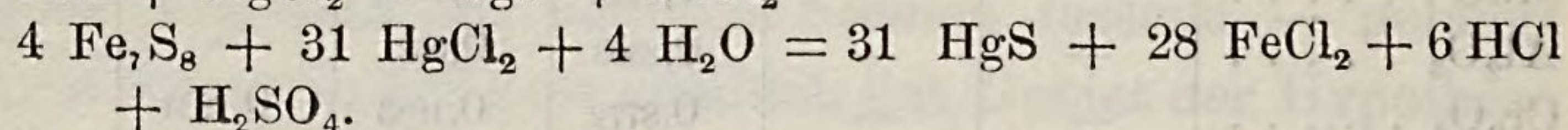
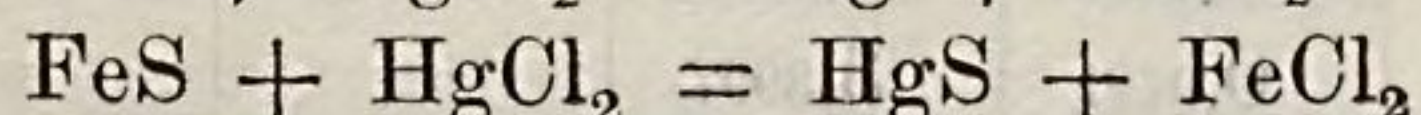
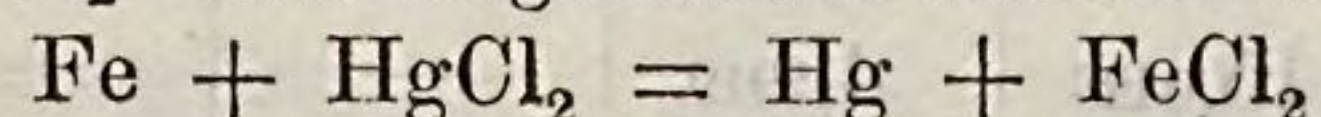
In Bezug auf obige Tabelle habe ich zunächst zu erwähnen, dass in der Rubrik A ursprünglich angegeben war: „Durch Wasser extrahirbar 0,1242 (enthaltend 0,0071 Cl, ferner Kali, Natron, Spuren von Magnesia, Kieselsäure).“ Ich habe der Einfachheit halber diese 4 nur qualitativ nachgewiesenen Mengen als Spuren in der Tabelle aufgenommen.

Die eingehende Darstellung des analytischen Ganges legt Herr Mag. Johanson in einer besonderen Abhandlung nieder. Für unsere Zwecke genügt es, anzugeben, dass der Bestimmung des Gehaltes an Nickeleisen und Eisensulfiden, unter gleichzeitiger Bestimmung der Natur derselben als Troilit (FeS) und Magnetkies (Fe_7S_8), die von C. Schmidt¹⁾ angegebene Methode der Behandlung mit HgCl_2 zu Grunde gelegt wurde, auf deren allerdings nicht absolute Zuverlässigkeit schon Rammelsberg²⁾ aufmerksam gemacht hat.

1) Ueber die Meteoritenfälle von Pillistfer, Buschhof und Igast in Liv- und Kurland. Arch. f. d. Naturkunde Liv-, Est- und Kurlands. I. Ser. Bd. III, p. 463.

2) Beiträge zur Kenntniss d. Meteoriten. Monatsber. d. k. preuss. Akad. d. Wiss. z. Berlin. 1870, p. 442.

Nach Schmidt soll die Umsetzung zwischen Fe, Fe S, Fe_7S_8 mit Hg Cl_2 nach folgenden Formeln vor sich gehen:



Rammelsberg giebt jedoch an, dass die Eisensulfide sehr viel schwerer angegriffen werden als das metallische Eisen: in derselben Zeit, in welcher Eisen sich vollständig zersetzte, wurden unter gleichen Umständen von 100 Th. FeS nur 6,97 aufgelöst (l. c. p. 442), während ein anderer Versuch ergab, dass vom Magnetkies nach 6 Tagen nur 30% zersetzt waren und überdies die dabei freiwerdende Schwefelsäure nicht der von dem Urheber der Methode aufgestellten Formel entspricht (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Bd. 18, p. 691). Friedheim schlägt zur Bestimmung des met. Eisens die Anwendung des Doppelsalzes $\text{HgCl}_2 \cdot 2 \text{ NH}_4\text{Cl}$ vor, welches mit dem HgCl_2 nicht die saure Reaction theilt, ferner auf Silicate und Schwefeleisen nicht einwirkt (Sitz. Ber. d. k. preuss. Akad. d. Wiss. z. Berlin 1888, p. 346).

Die in Rubrik *A* angegebenen, durch Wasser ausziehbaren Stoffe gehören geringen Mengen von NaCl, KCl und Spuren von Magnesiasilicat an.

Das letztere wird durch die Einwirkung des heissen Wassers auf die Magnesiasilicate des Meteoriten, insbesondere des Olivines entstanden sein. Ob die ersteren dem Meteorstein ursprünglich eigenthümlich oder erst secundär aufgenommen worden sind, ist schwer zu entscheiden. Das erstere ist nicht unmöglich, da Chloride und Sulfate von Alkalien, alkalischen Erden und Magnesia schon öfters in geringen Mengen in Meteorsteinen gefunden worden sind, so z. B. neuerdings wieder von Will¹⁾ und Friedheim²⁾.

Bei dem unter der Rubrik *B* befindlichen Theil der Analyse fällt zunächst auf, dass das daselbst angegebene relative Verhältniss zwischen Magnetkies und Einfach-Schwefeleisen (Troilit) weder dem makroskopischen, noch dem mikroskopischen Befunde entspricht, die beide mit Sicherheit nur Magnetkies erkennen lassen. Dass dieser in grösseren Mengen, als in der Analyse angegeben ist, vorhanden sein muss, geht auch aus dem Verhalten des Meteoritenpulvers gegen HCl hervor; der Versuch zeigt, dass schon in der Kälte eine recht sichtbare Schwefelabscheidung neben der Entwicklung von H₂S stattfindet. Das abweichende Ergebniss der Analyse muss daher auf Rechnung der unzureichenden Methode gesetzt werden³⁾. Vom an-

1) N. Jahrb. f. Miner. 1889 II, p. 177.

2) l. c. p. 366.

3) Ob neben vorherrschendem Magnetkies noch untergeordnet etwas Troilit vorhanden sei, würde man entscheiden können, wenn das eine Mal der S-gehalt in der Weise ermittelt wird, dass man das Meteoritenpulver mit Königswasser oxydirt und aus der gebildeten H₂SO₄ den S berechnet, das andere Mal das Pulver mit HCl behandelt und aus dem sich entwickelnden H₂S den S berechnet. Ist nur Troilit vorhanden, so müssen beide Resultate übereinstimmen, sind beide vorhanden, so verschieden sein. Durch Aufstellung von Gleichungen kann man im letzteren Falle leicht das Verhältniss berechnen. (Man vergl.: Friedheim: Ueber die chemische Zusammensetzung d. Meteoriten v. Alfianello und Conception. Sitz.-Ber. d. Akad. d. Wiss. z. Berlin 1888, p. 353.)

gegebenen Mn-gehalt ist es zweifelhaft, ob er wirklich dem Nickeleisen zugehört — Spuren von Mn sind in einigen meteoritischen Eisen gefunden worden, im Maximum 1,44 % von Will¹⁾, in der Regel ist es aber bei Weitem weniger — oder ob er nicht einem Silicate angehört, das durch HgCl_2 angegriffen worden ist. Letzteres ist wahrscheinlicher, zumal sich im Filtrat auch 1,3694 % MgO (in der Tabelle nicht angegeben) fanden, die zweifellos vom Olivin herkommen²⁾. Andererseits wird der Gehalt an Sn und Cu in Rubrik C, sowie an Cu und Ni in D kaum den Silicaten zugehören, sondern eher dem metallischen Nickeleisen³⁾.

¹⁾ N. Jahrb. f. Miner. 1889 II, p. 179.

²⁾ Dass Olivin von HgCl_2 angegriffen wird, hat Rammelsberg (l. c. Monatsber. p. 443) nachgewiesen.

³⁾ Als der Meteorit in meine Hände kam, glaubte ich freilich bei der Betrachtung des Steines mit scharfer Lupe winzigste Körnchen von metall. Cu erkannt zu haben, da ich metallglänzende Flitterchen von der charakteristisch kupferrothen Farbe entdeckte (dem blossen Auge waren sie unsichtbar). An dieser Bestimmung wurde ich aber später, nachdem der Magnetkies Anlauffarben erhalten hatte, die jener Kupferfarbe z. Th. recht ähnlich waren, wieder irre, zumal es mir nicht mehr gelang, die fraglichen Kupferkörnchen vom angelaufenen Magnetkies zu unterscheiden. Es ist daher wahrscheinlich, dass winzige Partikelchen von Magnetkies vorlagen, die schon damals Anlauffarben besaßen, und ich ziehe daher vor, den Cu-gehalt des Meteoriten als dem Nickeleisen zugehörig zu betrachten. Dass ein Theil Cu und Ni im Flusssäure-Aufschluss gefunden wurde, kann seinen Grund darin haben, dass winzige Einschlüsse von kupferhaltigem Nickeleisen im Bronzit gelegen und mit diesem analysirt wurden; freilich ist die Menge des Cu im Vergleich zum Ni zu gross, als dass — die Richtigkeit der Analyse vorausgesetzt — es allein dem Nickeleisen zugerechnet werden könnte. Es ist nicht ganz ausgeschlossen, dass geringe Quantitäten von Kupferkies im Meteoriten vorkommen (der dann in der Rubrik D gefunden werden müsste), zumal jüngstens ausser den gewöhnlich in Meteoriten vorkommenden Erzen auch Pyrit, der schon früher zwei Mal, etwas unsicher, angegeben worden war, sicher erkannt worden ist (Siemaschko: Einige Beobachtungen an den Meteorsteinen v. Ochansk. Tscherm. Min. und petr. Mitth. Bd. XI, p. 87). Makroskopisch würde der Kupferkies im Misshofer Meteoriten sehr schwer vom angelaufenen Magnetkies zu unterscheiden sein; mikroskopisch ist er mir nicht begegnet. Würde man das Vorkommen von Kupferkies annehmen, so käme man unter Hinzunahme der nöthigen Quantität Fe und S auf 0,29 % dieses Erzes.

Berechnen wir die metallischen Antheile der Analyse auf Eisen und Magnetkies, so erhalten wir aus 18,79 % Fe und 2,30 % S:

Fe 15,27 und

Fe₇S₈ 5,82; dazu gesellt sich aus B:

Ni 1,27, aus C und D:

Cu 0,19 (insgesamt), aus C:

Sn 0,12, aus D

Ni 0,08; hierzu gehört, um Nickeleisen von der unten gegebenen Zusammensetzung zu bilden:

Fe 1,02, das aus dem FeO der Rubrik *D* zu entnehmen ist.

Geordnet erhält man:

Fe₇S₈: 5,82 % = 5,82 % Magnetkies

Fe 16,29

Ni 1,35

Cu 0,19

Sn 0,12

} = 17,95 % Nickeleisen

Summa 23,77 % metallischer Antheil.

Auf 100 berechnet, besitzt das Nickeleisen folgende Zusammensetzung:

Fe = 90,75

Ni = 7,52

Cu = 1,06

Sn = 0,67

100,00

Die Zusammensetzung des Nickeleisens entspricht ungefähr der Formel Fe₂₅Ni₂. Sein Gehalt an Cu und Sn erscheint recht reichlich; es kommt ihm nur das Meteor-eisen aus dem Chondrit von Shytal (Dacca) nahe, welches 0,94 Cu und 0,47 Sn enthält¹⁾.

Wenden wir uns nun zu den Silicaten in Rubrik *C* und *D*, so ist zunächst der Umstand als ein bedauerlicher herzuheben, dass die an die Basen in *C* einerseits und an die Basen in *D* andererseits gebundene SiO₂ nicht gesondert bestimmt worden ist, sondern nur die Gesamt-

¹⁾ Rammelsberg: Die chemische Natur d. Meteoriten. Abhandl. d. Berliner Akad. 1870, p. 145.

menge der SiO_2 in einer anderen Portion des Meteoritenpulvers (Rubrik *F*). Wollen wir doch eine Vertheilung der Gesamtkieselsäure auf Rubrik *C* und *D* durchführen, so kann dies nach folgenden Erwägungen geschehen. In dem in HCl löslichen Antheil der Analyse haben wir der mikroskopischen Untersuchung zufolge hauptsächlich die Bestandtheile des Olivines, also eines Silicates von dem Typus $\text{R}_2\text{SiO}_4 (= 2 \text{RO} \cdot \text{SiO}_2)$ zu suchen, während in dem durch $\text{HFl} + \text{H}_2\text{SO}_4$ aufgeschlossenen Theile hauptsächlich die Bestandtheile des rhombischen Pyroxens vorhanden sein müssen, also eines Silicates von dem Typus $\text{RSiO}_3 (= \text{RO} \cdot \text{SiO}_2)$. Nun verhält sich die Menge der SiO_2 in $2 \text{RO} \cdot \text{SiO}_2$ und $\text{RO} \cdot \text{SiO}_2$ wie 1 : 2, so dass wir die Gesamtkieselsäure in der Weise zu theilen haben, dass, relativ genommen, $\frac{1}{3}$ der SiO_2 an die Basen der Abtheilung *C*, $\frac{2}{3}$ an die der Abtheilung *D* zu binden sind. Da sich aber nun die Menge der Basen von *C* : *D* (mit Ausschluss der Mengen von Cu, Ni, sowie bei *D* von $1,31 \text{ FeO}$, das, als $1,02 \text{ Fe}$ an $0,0845 \text{ Ni}$ gebunden, zu Rubrik *B* geschlagen worden ist) verhält wie $28,05 : 12,50$, so gestaltet sich der eigentliche Vertheilungsmodus, absolut genommen, in der Weise, dass wir die Gesamtkieselsäure in dem Verhältniss $28,05 : 12,50 \cdot 2$ oder $28,05 : 25,0$ oder rund $28 : 25$ auf *C* und *D* zu vertheilen haben.

Wir erhalten dann für den in HCl löslichen Theil die Zusammensetzung unter I, auf 100 berechnet die Zusammensetzung unter II.

	I.	II.	Sauerstoff.
SiO_2	18,47	39,70	21,17
MgO	15,04	32,33	13,02
FeO	8,72	18,75	4,12
MnO	0,97	2,09	0,47
Cr_2O_3	0,88	1,89	0,60
Al_2O_3	0,23	0,50	0,23
K_2O	0,79	1,69	0,29
Na_2O	1,42	3,05	0,79
	46,52	100,00	

Auffallend bleibt in der so erhaltenen Rubrik II der relativ hohe Gehalt an MnO , Cr_2O_3 und Alkalien. Obgleich die in eigentlichen Olivinen gefundenen MnO -mengen in der Regel weit hinter obigem Procentsatz von 2,09 zurückbleiben¹⁾, so könnte man doch im vorliegenden Falle allenfalls das MnO als isomorphe Vertretung des FeO im Olivin auffassen, zumal mikroskopisch in seltenen Fällen rosa gefärbte Stellen im Olivin beobachtet worden sind, was auf einen freilich nicht constant allen Individuen eigenen höheren Mangangehalt dieses Silicates hinzuweisen scheint; man könnte aber andererseits auch der Ansicht huldigen, dass das MnO einer zum grösseren Theile im Flusssäureaufschluss befindlichen Manganverbindung entstammt, die durch heisse HCl nicht ganz unangreifbar ist. Woher der gefundene hohe Gehalt an Alkalien stammt, ist mit Sicherheit ebensowenig zu erkennen, als der Gehalt an Cr_2O_3 . Zur Bildung von Feldspath fehlt es an Al_2O_3 , zur Bildung alkalireicher Pyroxene an CaO . Das Cr_2O_3 kann nicht vom Chromit herrühren, da dieser von HCl unangreifbar ist²⁾. Der Annahme, dass die 0,50 Al_2O_3 dem Olivin entstammen, steht nichts entgegen, da ähnliche Mengen aus analysirten Olivinen öfters bekannt geworden sind. Mit Sicherheit ist der Beweis nicht zu führen. Einem etwa theilweise in Lösung gegangenen Pyroxen kann es nicht angehören, da die Menge der Al_2O_3 in *D* geringer ist als in *C*.

Wollen wir nun die Zusammensetzung des Olivines feststellen, so haben wir zunächst zu constatiren, wie viel

¹⁾ Betrachtet man die Alkalien und das Cr_2O_3 als nicht zum Olivin gehörig, so erhöht sich der Procentsatz an MnO auf 2,23. Was den MnO -gehalt betrifft, so würde dem Olivin des Misshofer Meteoriten am nächsten stehen der Olivin aus dem Meteoreisen von Imilac-Atakama mit 1,81 MnO (E. E. Schmidt: Pogg. Ann. Bd. 84, p. 501), während er nur übertroffen wird von einem tellurischen Olivin von der Capverdischen Insel Foga, in dem 2,27 MnO gefunden worden sind (St. Claire-Deville: Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Bd. V, p. 693 (1853).

²⁾ Sollte vielleicht Danbréelith $(\text{Cr}, \text{Fe}) \text{S}$ in geringer Menge vorhanden sein?

von der SiO_2 an MgO und FeO und wie viel an die übrigen Basen gebunden ist. Aus der Sauerstoffmenge geht hervor, dass der durch HCl in Lösung gebrachte Theil zumeist aus Orthosilicat (Olivin), zu einem kleinen Theil aus Metasilicat besteht. Zu den 17,14 O des MgO und FeO gehören 17,14 O der SiO_2 , um den Gesamtsauerstoff des Orthosilicates zu bilden; es bleibt bei SiO_2 ein Rest von 4,03 O, der mit dem O der übrigen Basen ($= 2,38$) den Gesamtsauerstoff der Metasilicate bildet. ($2,38 : 4,03 = \text{ungefähr } 1 : 2$.)

Vertheilen wir nun die Gesamtkieselsäure 39,70 auf die Basen des Ortho- und Metasilicates nach dem Verhältniss $51,08 (\text{MgO} + \text{FeO}) : 9,22 (\text{MnO} + \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}) \times 2$ oder $51,08 : 18,44$, so erhalten wir die Werthe unter I.

	I.	II.	III.
SiO_2	29,17	36,35	38,46
MgO	32,33	40,29	38,46
FeO	18,75	23,36	22,08
Summa	80,25 ¹⁾	100,00 ²⁾	100,00
SiO_2	10,53		
MnO	2,09		
Cr_2O_3	1,89		
Al_2O_3	0,50		
K_2O	1,69		
Na_2O	3,05		
Summa	19,75		

¹⁾ Diese Summe wird, wenn sie nur für Olivin in Anspruch genommen wird, etwas zu hoch sein, da der Bronzit, dessen Bestandtheile hauptsächlich im HFl -Aufschluss sich befinden, von HCl doch, wenn auch nur in geringem Masse, etwas angegriffen wird, wodurch MgO und FeO in Lösung kommen. Ausserdem wird diejenige Menge des Gesteinsglases, welche eine olivinähnliche Zusammensetzung hat, hier inbegriffen sein. Absolut genommen, kommt ihre Menge nicht sonderlich in Betracht.

²⁾ Nimmt man an, dass die in Rubrik C angegebenen Mengen von SnO_2 , Cu , MnO und Al_2O_3 dem Olivin entstammen, so würde sich für ihn folgende Zusammensetzung ergeben: $\text{SiO}_2 = 42,27$, $\text{MgO} = 34,42$, $\text{FeO} = 19,96$, $\text{MnO} = 2,20$, $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,53$, $\text{SnO}_2 = 0,37$, $\text{CuO} = 0,25$.

Berechnet man die zum Olivin gehörigen Werthe von SiO_2 , MgO und FeO auf 100, so erhält man die Zusammensetzung unter II. Diese entspricht, unter Berücksichtigung der Fehler, die bei der Art der Analysendiscussion, zu der wir uns gezwungen sahen, unterlaufen können, ganz gut einem Olivin von der Mischung, $\left\{ \begin{array}{l} 3 \text{ Mg}_2 \text{ SiO}_4 \\ \text{Fe}_2 \text{ SiO}_4 \end{array} \right\}$ dessen berechnete Zusammensetzung unter III steht. Olivine von derartiger Zusammensetzung sind schon häufig in Chondriten beobachtet worden ¹⁾.

Wenden wir uns nun zu dem durch $\text{HFl} + \text{H}_2\text{SO}_4$ aufgeschlossenen Theil der Analyse, so liegt uns in diesem, wenn wir die zugehörige Menge SiO_2 beifügen und das Cu sowie das Ni nebst dem zugehörigen Fe, die zu Rubrik B gestellt worden sind, streichen, die Zusammensetzung unter I vor. Auf 100 berechnet ergibt sich die Zusammensetzung unter II.

	I.	II.	Sauerstoff.	
SiO_2	16,49	56,36	30,06	
MgO	4,29	14,66	5,86	} 9,97
FeO	1,96	6,70	1,49	
MnO	3,40	11,62	2,62	
Al_2O_3	0,06	0,21	0,10	} 0,31
Cr_2O_3	0,20	0,68	0,21	
K_2O	0,34	1,16	0,20	} 2,42
Na_2O	2,52	8,61	2,22	
Summa	29,26	100,00		

Die Deutung dieses Theiles der Analyse bietet unüberwindliche Schwierigkeiten. Die Sauerstoffmenge würde darauf hinweisen, dass neben Metasilicat nicht unbeträchtlich Polysilicat vorkomme. Der mikroskopischen Untersuchung zufolge kann aber in diesem Theile nur vorliegen der rhombische Pyroxen, ein Theil des Chondrenglases von einer dem Bronzit ähnlichen Zusammensetzung, die sehr

¹⁾ Rammelsberg: Chem. Natur d. Met., l. c. p. 94 u. 103.

geringen Mengen des monoclinen Augites, minime Spuren von Feldspath, sowie ein kleiner Theil des Chromits, der von $\text{HFl} + \text{H}_2\text{SO}_4$ nicht ganz unangreifbar ist. Die nicht diagnosticirte farblose, schwach doppelbrechende Substanz kann sich entweder unter den Bestandtheilen der Rubrik *C* oder unter denen der Rubrik *D* befinden; sie tritt aber jedenfalls nur in so geringer Menge auf, dass sie das Analysenresultat nicht merklich beeinträchtigen und hier ganz vernachlässigt werden kann.

Ueberblicken wir nun die Rubrik II, so fällt insbesondere der hohe Gehalt an MnO und Alkalien auf. Für die Unterbringung dieser Bestandtheile fehlt jeder Anhalt der Beobachtung. Da unter der grossen Zahl bereits analysirter Chondrite mit einer ¹⁾ Ausnahme keiner existirt, der einen auch nur annähernd so hohen MnO -gehalt besitzt, so müsste die Analyse unbedingt erst noch einmal wiederholt werden, bevor man sich jeder Zweifel an ihrer Richtigkeit entschlagen könnte. Man könnte wegen des hohen MnO -gehaltes an das Vorhandensein von triklinem Rhodonit denken; die mikroskopische Untersuchung liess aber nichts Derartiges erkennen. Man könnte wegen des hohen Alkaligehaltes das Vorkommen von Akmit vermuthen; aber abgesehen davon, dass es an der nöthigen Menge Fe_2O_3 , das aus einem Theile des FeO umzurechnen wäre, fehlt, spricht auch nichts von den mikroskopisch beobachteten Thatsachen dafür, dass die sehr geringe Menge des auftretenden monoclinen Augites dieser Varietät zugehört.

In der Rubrik *E* haben wir den Chromit zu suchen. Die Menge desselben ergibt sich aus der Analyse zu 0,45 %. Dass etwas mehr FeO gefunden wurde, als — die Formel für Chromit FeCrO_4 vorausgesetzt — dem Gehalt an Cr_2O_3

¹⁾ Der Meteorit von Adare enthält im zersetzbaren Theil 6,26 % MnO , im unzersetzbaren 8,84 % MnO [Analytiker Apjohn in Chem. Soc. (2) 12, p. 104; citirt von Rammelsberg: Chem. Natur d. Meteoriten. Abh. d. Berliner Akad. 1880]. Zweifel an der Richtigkeit der Analyse drängen sich auf.

entspricht, mag seinen Grund darin haben, dass etwas Cr_2O_3 durch Fe_2O_3 und etwas FeO durch CrO ersetzt ist.

Stellen wir das, was aus der Analyse in Verbindung mit der mikroskopischen Untersuchung und unter Berücksichtigung der nöthigen Correctionen über die quantitative Antheilnahme der einzelnen Gemengtheile an der Zusammensetzung des Meteoriten geschlossen werden kann, zusammen, so erhalten wir:

Nickeleisen	17,95
Magnetkies	5,82
In HCl lösliche Silicate	46,52
(davon ca. 37 % Olivin)	
In HCl unlösliche Silicate	29,26
(darunter hauptsächlich Bronzit, sehr wenig monocliner Augit, Spuren von Plagioklas)	
Chromeisenerz	0,45
In Wasser lösliche Substanzen	0,12
	100,12

Nachtrag.

Als vorliegende Arbeit bereits unter der Presse sich befand, gingen mir noch einige auf den Meteorsteinfall bezügliche Nachrichten zu, leider zu spät, als dass sie noch innerhalb des Textes hätten Verwendung finden können. Durch gütige Vermittlung des Herrn Lehrers Spunde, der zugleich die Uebersetzung der lettischen Correspondenz übernommen hatte, erhielt ich von Herrn Unterförster Jedding auf Kronsgut Neugut (ö. von Misshof) Auskunft über mehrere von mir aufgestellte Fragen nach den beim Falle des Meteoriten beobachteten Erscheinungen; die Beantwortung derselben stimmt z. Th. mit den am Eingang der Abhandlung niedergelegten Angaben überein, z. Th. weicht sie aber auch von denselben ab, so dass es angezeigt erscheint, hier kurz auf die wichtigsten Punkte zurückzukommen.

Uebereinstimmend wird angegeben, dass zuerst ein „kanonenschussähnliches Getöse“, darnach ein „musikähnlicher Ton“ hörbar gewesen ist. Während aber nach den

eingangserwähnten Nachrichten das Gebiet, innerhalb dessen die Schallerscheinungen vernommen worden sind, nicht besonders gross erscheinen musste (Baldohn 9 km vom Stuhre-Gesinde), so erfahren wir von Herrn Jedding, dass „das Geräusch, soviel bekannt, auf eine Entfernung von ca. 60 Werst weit gehört worden sei“. Sofern an dieser Angabe, über die ich noch weitere Erkundigungen einzuziehen gedenke, nicht zu zweifeln ist, so wäre der Meteorsteinfall von Misshof unter anderem auch wegen des recht bedeutenden Verbreitungsgebietes der Schallphänomene ein sehr bemerkenswerther; eine Beobachtung, die allerdings in der Geschichte der Meteorsteinfälle nicht vereinzelt dastehen würde. Von Interesse ist ferner die Wahrnehmung, dass die Bewegungsrichtung eine SO-NWliche gewesen ist: „Der Meteorit kam von der Gross-Ekau'schen Eisenhammer-Forstei“. Er muss ziemlich steil eingefallen sein, da er senkrecht in die Erde gedrungen ist, wobei er ein Loch von $1\frac{1}{2}$ Fuss Tiefe und gleicher Breite sich bildete. Beim Einschlagen beobachtete man an der Fallstelle rauchähnliche Dämpfe. Da der Boden hierselbst „sehr feucht“ ist — beim Ausgraben befand sich unter dem Steine Wasser — so rührten diese Dämpfe jedenfalls von einer Verdampfung des Wassers infolge der Berührung mit dem noch heissen Steine her. Beim Ausgraben war der Stein völlig unversehrt; erst später wurden 2 Ecken von ihm abgeschlagen.

Zusammenfassung.

Am 10. April Nachmittags 4 Uhr fiel bei dem Privatgut Misshof in Kurland ein Meteorstein nieder, der eine Bewegungsrichtung von SO nach NW gehabt hatte. Der Fall war von einer kanonenschussähnlichen Detonation begleitet, der ein donnerähnliches Getöse und ein Sausen folgten. Die Schallerscheinungen sollen bis zu einer Entfernung von ca. 60 Werst (= 64 km) wahrgenommen worden sein. Der Stein bohrte sich senkrecht in den sandigen Boden, aus dem er am folgenden Tage durch Landleute

völlig unversehrt herausgegraben worden ist. Das Einschlagen ist beobachtet worden.

Es fiel nur ein Stein, der ringsum von einer Schmelzrinde umgeben ist. Als er nach Riga kam, waren vorher durch Bauern bereits zwei kleine Ecken von ihm abgeschlagen worden. Sein Gewicht betrug in diesem Zustande noch 5636 gr, während es nach einer Schätzung ursprünglich ca. 5800 gr betragen haben musste. Das spec. Gewicht wurde zu 3,79 bei 20° C bestimmt.

Als Ursache der schussartigen Detonation bei Meteoritenfällen wird vom Verf. auf Grund der Mach'schen Versuche eine vor dem Meteoriten hergehende knallende Luftwelle (Kopfwelle) angesehen, während die Ursache der sausenden Geräusche auf Luftreibungen zurückgeführt wird.

In der Gestalt kommt der Misshofer Meteorstein auf seiner Brustseite einem stumpfen Rotationsparaboloid recht nahe, während die Rückenseite unregelmässiger gebaut ist. Sowohl auf jener, als insbesondere auf dieser kann man die ursprünglichen, jetzt durch Abschmelzung abgerundeten Kanten einer ungefähr pyramidenförmigen Bruchstückform noch erkennen. Fingerförmige Vertiefungen kommen lediglich auf der Rückenseite vor.

Der Meteorit stellt ein ausgezeichnetes Beispiel eines orientirten Steines dar. Die Orientirung in Brust- und Rückenseite ist sowohl ersichtlich aus der allgemeinen Gestalt des Steines, als auch aus der Dicke der mattschwarzen Schmelzrinde ($\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ mm) und der Anordnung und Gestalt der auf ihr befindlichen runzeligen Unebenheiten. Typische Schmelzstreifen treten nicht auf.

Die innere, feintuffige, lichtgraue Masse des Meteoriten hat eine ziemlich lockere Consistenz. An ihrer Zusammensetzung betheiligen sich kleine Fragmente von Olivin und Bronzit, verzweigte Blättchen von Nickeleisen, Körnchen von Magnetkies und die charakteristischen Chondren. Rostbraune Flecken von Eisenoxydhydrat sind secundärer, irdischer Entstehung. Ein Theil dieser Gemengtheile liegt

in ungemein feinsplitteriger, fast staubartiger Beschaffenheit vor.

Die Grösse der meist mehr oder minder kuglig gestalteten Chondren ist recht verschieden. Von mikroskopisch kleinen Kügelchen an steigen sie in ihren Dimensionen bis zum Durchmesser von $1\frac{1}{2}$ bis 2^{mm} ; noch grössere sind Ausnahmen. Der Mehrzahl nach sind sie nur locker mit der übrigen Masse des Steines verbunden. Ihre Oberfläche ist öfters rauh als glatt, und ihr Aussehen ist verschieden je nach der mineralogischen Zusammensetzung und Structur.

Auf Grund aller dieser Eigenschaften gehört der Misshofer Meteorit zur Gruppe der Kügelchenchondrite (Cc im Brezina'schen System).

Die mikroskopische Untersuchung hat zu folgenden Ergebnissen geführt. Vorherrschend tritt der Olivin auf, welcher ausserhalb der Chondren ausnahmslos in Fragmenten erscheint. Abgesehen von den zahlreichen, regellosen Sprüngen, die ihn durchsetzen, gleicht er in seinen sonstigen Eigenschaften völlig dem Olivin irdischer vulcanischer Gesteine. Der gleichfalls nur in Fragmenten vorhandene rhombische Pyroxen gehört einem eisenarmen Bronzit resp. dem Enstatit zu. Sowohl im Olivin als im Bronzit finden sich sehr häufig Gasporen und Glaseinschlüsse, seltner auch Körnchen von Chromit.

Ein besonderes Interesse nimmt der Bronzit wegen seiner Zwillingsverwachsungen in Anspruch. Es treten nach $\frac{1}{4}\bar{P}\infty$ (014) polysynthetisch verzwilligte Bronzitindividuen auf, mit sehr enger Schaarung der Lamellen, ausserdem aber auch — allerdings als Seltenheiten ersten Ranges — Contactzwillinge, die nach $\frac{3}{4}\bar{P}\infty$ (034) verwachsen sind. Das erstere Gesetz ist bisher nur an tellurischen rhombischen Pyroxenen beobachtet worden, das letztere ist neu.

Monocliner Augit, sowie lamellare Verwachsungen von diesem mit polysynthetisch verzwilligtem Bronzit sind sehr selten. Plagioklas wurde nur in einem einzigen Individuum beobachtet. Eisen und Magnetkies sind öfters unregelmässig

verwachsen; kommt es dabei zu völligen Umhüllungen beider, so tritt das Eisen immer innerhalb des Magnetkieses auf. Eine äusserst spärliche, farb- und structurlose, spurenhalt doppelbrechende Substanz konnte ihrer Natur nach nicht eruirt werden.

In grösster Mannigfaltigkeit repräsentiren sich die Chondren. Eine Hauptabtheilung derselben besteht aus mono- und polysomatischen Olivinchondren; unter ersteren erscheinen sowohl die aus einem Individuum bestehenden, als auch die „gefächerten“ und die im Inneren netzförmig ausgebildeten Olivinkugeln. Bei den polysomatischen Olivinchondren kommt körnige, porphyrische und porphyrartige Structur vor; in den beiden letzteren Fällen ist die Grundmasse entglaste Basis. Doppelchondren wurden mehrfach beobachtet.

Bei der zweiten Hauptabtheilung, den Bronzitchondren, sind monosomatische sehr selten, polysomatische aber häufig, und zwar sind diese entweder excentrisch-strahlig oder körnig resp. porphyrisch struirt, wobei sich in letzterem, zuweilen auch im ersteren Falle eine geringe Menge glasiger Basis zwischen die Individuen drängt. Infolge zahlreicher Einschlüsse von Gas, Glas und feinsten Erzpartikelchen ist die Substanz des Bronzites meist sehr unrein. Einmal wurde ein strahliges Bronzitchondrum beobachtet mit einer alten Contur im Inneren.

Glaschondren kommen nur sehr spärlich vor. Ein Eisenchondrum wurde nur in einem Falle innerhalb der Schmelzrinde wahrgenommen.

Die vorherrschendste Kategorie der Chondren wird durch die gemischten repräsentirt, an deren Zusammensetzung sich Olivin und Bronzit betheiligen, wozu sich mehr oder weniger glasige Substanz, Nickeleisen und Magnetkies gesellen können. Zuweilen wird das Kügelchen von einer Hülle compacten oder auch schwammig-porösen Nickeleisens umgeben. Der Anblick der gemischten Chondren ist je nach der Structur und nach der relativen Antheilnahme

der Gemengtheile an der Zusammensetzung ein äusserst mannigfaltiger.

Innerhalb der an opaken Substanzen reichen Schmelzrinde documentiren sich die durch die Hitzeeinwirkung hervorgerufenen Veränderungen insbesondere dadurch, dass die kleineren Mineralsplitter völlig fehlen und an ihrer Stelle sich schwarze, opake Masse befindet, während die grösseren wohl noch sichtbar sind, aber doch auch je nach ihrem Schmelzbarkeitsgrad mehr oder weniger intensive Beeinflussungen erkennen lassen; am wenigsten ist dies beim Olivin der Fall, in höherem Masse schon beim Bronzit (Ablagerung opaker Substanz randlich und in den Spalt-rissen), und am meisten beim Magnetkies, der fast völlig verschwunden ist.

Das mikroskopische Studium der Chondren hat den Verfasser dazu geführt, bei der Frage nach dem Bildungsakt sowohl dieser Gebilde als des gesamten Chondriten überhaupt sich im Allgemeinen der Tschermak'schen Theorie anzuschliessen.

Die von Herrn Mag. Johanson ausgeführte chemische Analyse bedarf einer Wiederholung, da ein auffallend hoher, nicht discutirbarer Gehalt an MnO und Alkalien gefunden worden ist. Unter Berücksichtigung verschiedener Correctionen ergab sich als vorläufige Zusammensetzung des Meteoriten: Nickeleisen 17,95; Magnetkies 5,82; in HCl lösliche Silicate 46,52 (davon ca. 37 Olivin); in HCl unlösliche Silicate (hauptsächlich Bronzit) 29,26; Chromeisenerz 0,45; in Wasser lösliche Substanzen 0,12.

Riga, Mineralog. Inst. des Polytechnikums, Juni 1891.

Erklärung der Tafeln.

Tafel I. Umgegend von Riga u. Mitau (Fallort des Meteoriten).

Tafel II. Ansicht des Meteoriten von der Brustseite.
 $\frac{1}{2}$ der natürl. Grösse.

Tafel III. Ansicht des Meteoriten von der Rückenseite.
 $\frac{1}{2}$ der natürl. Grösse.

Tafel IV. Fig. 1. Contactzwilling von Bronzit. Z. E. = $\frac{3}{4}\tilde{P}\infty$ (034). Bei dem senkrecht stehenden Individuum hat die Bronzitsubstanz an den oberen Ecken links und rechts durch mechanische Beeinflussung von Seiten der Nachbarschaft eine vom Hauptkrystall abweichende Orientirung erfahren und erscheint nun daselbst in undeutlich körnigen Partien. Winzige Gasporen und Glaseinschlüsse durchziehen den Zwilling; stellenweise findet sich auch etwas Erz. Vergr. 230.

Fig. 2. Derselbe Zwilling ohne Angabe der Einlagerungen und mit Einzeichnung der Spaltrisse und der Verwachsungsnaht (punktirt). Die gestrichelten Stellen in der Nähe derselben stellen Bronzitpartien dar, welche eine gleiche optische Orientirung mit dem jenseits der Zwillingsgrenze gelegenen Individuum haben. Die Richtung der Strichelung giebt die Auslöschungsrichtung an. Vergr. 230.

Fig. 3. Makrodiagonaler Durchschnitt eines nach $\frac{3}{4}\tilde{P}\infty$ (034) verzwilligten Bronzites mit $\frac{3}{4}\tilde{P}\infty$ (034) als polare Begrenzung; schematisch.

Fig. 4. Verwachsung von Lamellen monoclinen Augites (gestrichelt) mit Bronzit. Vergr. 110.

Fig. 5. Doppelchondrum. Eine monosomatische, undeutlich netzförmige Olivinkugel mit spärlichem dunkelgrauem Glase (rechts) ist excentrisch in einem aus Olivinfragmenten und entkörntem Glase bestehenden ellipsoidischen Chondrum gelegen. Vergr. 50.

Fig. 6. Porphyrtartiges Olivinchondrum. Ein grosser, unten abgebrochener Olivinkrystall ist zum grössten Theile umgeben von einem Gemenge aus Olivinfragmenten mit zwischengelagertem schwarzem Glase; oben einige Körner von Magnetkies. Vergr. 90.

Fig. 7. Porphyrtartiges Olivinchondrum. Ein grosses Olivinindividuum nimmt den Hauptraum des Chondrums ein. Randlich ist es umgeben von einem Gemenge kleiner Olivinfragmente mit grauer bis brauner, körnig entglaster Basis. Im stark zerklüfteten Olivin finden sich Einschlüsse von kleinen Erzpartikelchen, sowie von wolkenförmig angehäuften Gasporen und Glaseinschlüssen, unter letzteren ein grösserer mit fixer Gaslibelle (in der linken Hälfte der Figur,

ungefähr in der Mitte; die Grösse dieses Einschlusses ist um über das Doppelte übertrieben gezeichnet, um ihn bei der 55fachen Vergrößerung überhaupt sichtbar zu machen). Der grosse Olivin ist in Wirklichkeit an einigen Stellen fleckenhaft rosa gefärbt (insbesondere zwei Partien rechts in der Mitte und links oben). Vergr. 55.

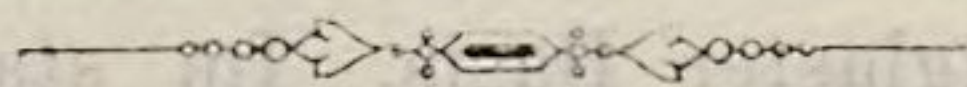
Fig. 8. Verwachsung eines polysomatischen Doppelchondrums mit einem monosomatischen, gefächerten Olivinchondrum. Ersteres besteht aus einem Ring von Olivinkörnern, der im Inneren schwärzlichgraues Glas und ein Chondrum einschliesst, das sich seinerseits auch aus peripherisch angeordneten Olivinkörnern und einem Kern von Glas zusammensetzt. Der Olivin ist infolge von Einschlüssen unrein. Vergr. 130.

Fig. 9. Skelettförmig ausgebildete Olivinmikrolithen in grauer, körnig entglaster Basis. Aus einem porphyrischen, gemischten Chondrum. Vergr. 350.

Fig. 10. Strahlig-faseriges Bronzitchondrum mit einer älteren Contur (Wachstumszone) im Inneren. Links und rechts sind Abbruchflächen, entstanden durch Abschleifen. Staubartig vertheiltes Erz ist theils Nickeleisen, theils Magnetkies. Vergr. 75.

Fig. 11. Ellipsoidisches Chondrum, bestehend aus einem Kern von Olivin und einer Schale von Bronzit, die beide nur je ein Individuum bilden. Der Olivin ist ziemlich rein, der Bronzit dagegen reicher an Einschlüssen. An den Stellen, wo die Conturen unregelmässiger werden (oben links und unten rechts), grenzt Nickeleisen an, an den übrigen tuffartige Silicatgemengtheile. Vergr. 170.

Fig. 12. Theil eines gemischten Chondrums mit zweierlei Structur (körnig und faserig). Das Chondrum besteht aus einem körnigen Aggregat von Olivin und Bronzit (B), an welches sich randlich und einseitig ein Mantel von strahlig-faserigem Bronzit legt. Das Magma, aus welchem dieser entstanden, ist in den engen Lücken zwischen den Körnern zu schwarzem Glase erstarrt. Der feinfaserige Bronzit ist in hohem Masse mit winzigen Partikelchen metallischen Eisens durchstäubt; ausserdem zwängt sich zwischen die einzelnen Fasern ein wenig graue Glassubstanz. Sowohl die Körner von Olivin als von Bronzit sind sehr unrein infolge von massenhaft eingelagerten staubigen Partikeln, Glaseinschlüssen und Gasporen. Die beiden schwarzen Körner sind Nickeleisen. Die obere Begrenzung des Chondrums ist eine Bruchfläche, entstanden durch Abschleifung. In der linken Hälfte ist aus dem Chondrum ein Theil des Bronzites ausgeschliffen. Vergr. 45.



Chemische Untersuchung des Meteoriten von Misshof.

Von Mag. Edwin Johanson.

Die ersten qualitativen und quantitativen Untersuchungen wurden an verhältnissmässig sehr geringen Mengen (2,0799 gr) abgebröckelten gröberen Pulvers des Meteoriten angestellt, erst später erhielt ich ein genügend grosses, ziemlich flaches (16,5233 gr) und einige kleinere Stücke (7,2826 gr) zur Analyse. Auf diesen sass noch ein etwa 6^{cm} betragendes Stück der dünnen, dunkelgrauen Schmelzrinde, etwa 9^{cm} der hellaschgrauen bis aschgrauen Grundsubstanz freilassend.

Was das äussere Ansehen der Meteoritenmasse und deren physikalische Eigenschaften anlangt, so musste a priori eine grosse Aehnlichkeit mit der des von C. Grewingk und C. Schmidt¹⁾ beschriebenen, auf dem Gute Buschhof in Kurland gefallenen, wie auch mit manchen anderen durch die Literatur bekannten Meteoriten zugestanden werden. Wie dort, so auch hier die lichtgraue, rauhe, feinkörnigkrystallinische, leicht zu zerreibende Masse mit den eingebetteten metallisch glänzenden Meteoreisen-, gelblichen Magnetkies-, dunklen, amorphen Schwefeleisen- und den mit blossen Auge kaum sichtbaren Chromeisenkörnchen, alle diese ungleich vertheilt und daher, je nach der Wahl eines Stückes, die Analyse quantitativ wesentlich verschiebend. Beispielsweise mag hier angeführt sein, dass bei Verwendung von 0,5—1,0 gr zum directen Aufschliessen mit Natriumcarbonat und Kaliumnitrat folgende wechselnde Mengen erhalten wurden:

¹⁾ Archiv f. Naturk. Liv-, Ehst- und Kurlands. Serie I, Bd. 3, pag. 421—556.

Kieselsäure	(SiO ₂)	33,2227 %	36,7066 %	34,9646 %
Eisenoxyd	(Fe ₂ O ₃)	38,0863 %	44,1127 %	35,6564 %, 40,8673 %, 40,3866 %
Thonerde	(Al ₂ O ₃)	2,0434 %	2,7646 %	0,2929 %, 0,2243 %, 2,9810 %
Magnesia	(MgO)	19,3519 %	14,7479 %	19,2749 %, 19,3347 %
Nickeloxydul	(NiO)	2,3318 %	1,7164 %	1,6998 %
Chromoxyd	(Cr ₂ O ₃)	1,2874 %	1,3679 %	

Unter so bewandten Umständen blieb nichts anderes übrig, als ein bestimmtes Stück des Materials zur Analyse vorzubereiten, die erhaltenen Lösungen in mehrere aliquote Theile zu theilen und sich durch Wiederholungen der Analyse an diesen zu überzeugen, dass unzulässige Variationen verursachende analytische Fehler ausgeschlossen blieben. Auf solche Weise erhaltene Zahlen fanden dann zur Berechnung Verwendung.

Entsprechend der quantitativ verschiedenen Vertheilung der Elementarbestandtheile des Meteoriten, musste auch in verschiedenen Stücken desselben das specifische Gewicht verschieden sein¹⁾. Das untersuchte grösste Stück hatte bis 16° C. ein V.-G. von 3,6583. Das zuerst erhaltene Pulver wurde feiner zerrieben, das spec. Gew. dieses bestimmt und zu 4,0738 gefunden. Die Differenz zwischen diesen beiden Bestimmungen beträgt mithin 0,4155. Von dem ganzen, grössten Stücke wurde die dunkle Schmelzrinde nach Möglichkeit und ohne besonderen Substanzverlust der Grundmasse entfernt, die Bestimmung wiederholt und bei 17° C. das V.-G. = 3,6489 gefunden. Ein nun abgeschlagenes und zerriebenes Stück liess für das erhaltene Pulver 3,5882 finden. Im umgekehrten Sinne stellt sich hier die Differenz auf 0,0607 und zwischen beiden Bestimmungen an den Pulvern

1) Für einen Meteoriten aus dem Gouvernement Jekaterinoslaw fand Kuhlberg (Arch. f. Naturk. Liv-, Ehst- und Kurlands. Ser. I, Bd. 4, pag. 19) 3,563, Rummler für denselben Meteoriten 3,4235. Für den Meteoriten von Lixna fand Kuhlberg 3,733 und 3,721, Grothus für denselben 3,756 und Rummler 3,6608 (l. c. pag. 25).

besteht eine solche von 0,4856. Das Mittel aller vier Bestimmungen ergiebt 3,7423, welche Zahl man als mittleres specifisches Gewicht für das zur Untersuchung übergebene Material ansehen könnte.

C. Grewingk und C. Schmidt¹⁾ fanden für den Meteoriten von Buschhof nach dreistündigem Liegen in Alkohol das spec. Gew. zu 3,525, in Pulverform, nach dem Auspumpen der Luft 3,511, in kleinen Stücken ohne Rinde, nach dem Auspumpen der Luft 3,567, im Mittel 3,532. Die Differenz zwischen dieser und der für den Meteoriten von Misshof gefundenen Mittelzahl beträgt 0,2103. Das V.-G. für den Meteoriten von Pillistfer (Aukoma) bestimmten die genannten Autoren im Hauptstück zu 3,665, im Pulver, ohne Rinde und nach dem Auspumpen der Luft = 3,652, in kleinen Stücken, ebenso behandelt = 3,625, im Mittel 3,647. Die Differenz zwischen diesem und dem für den Meteoriten von Misshof gefundenen stellt sich = 0,0953. Es steht also letzterer in Bezug auf das spec. Gew. dem Pillistfer- (Aukoma-) Meteoriten näher als dem Buschhof'schen.

Zur Methode der Untersuchung vorliegender Meteorite weist C. Schmidt²⁾ auf die Schwierigkeiten der Bestimmung des metallischen Eisens neben Eisenprotosulfuret, Magnetkies, Nickeleisen, den combinirten Eisenoxydulsilicaten und die Trennung dieser von einander hin. Die nach den bis dahin gebräuchlichen Methoden ausgeführten Analysen ergaben zu niedrige Werthe, wogegen die charakteristische Einwirkung von Quecksilberchlorid, Chlorsilber, Kupferchlorid auf Eisensulfurete (FeS , Fe_7S_8 und Fe_2S_2) und auf Nickeleisen die Bestimmung befriedigend scharf ausfallen liess³⁾. Die gelieferten chemischen Deductionen und Beleg-

¹⁾ l. c.

²⁾ l. c. pag. 462.

³⁾ Rammelsberg (über die Zusammensetzung der Meteorite von Shalka und von Hainholz. Monatsber. d. königl. preuss. Akad. d. Wiss. in Berlin, 1870, pag. 322) hatte gleichfalls Quecksilberchlorid als bequemstes Mittel angewandt.

analysen liessen mit grossem Vertrauen an das Beschreiten des gewiesenen Weges gehen und dem dort gegebenen analytischen Gange folgend wurde die Bestimmung des metallisch präformirten Eisens, Nickels und des Schwefels ausgeführt, während die Bestimmung der übrigen Elementarbestandtheile des Meteoriten nach weiter unten anzugebender Methode erfolgte.

Gegen die eben erwähnte Anwendung von Quecksilberchlorid, das von Boussignault¹⁾ zur Bestimmung des Kohlenstoffs im Eisen benutzt wurde, traten später gewisse Bedenken auf. Exner²⁾ wandte statt des Quecksilberchlorids Kupferchlorid an, aber hier müssen dieselben Fehler, die dort zu erwarten sind, eintreten; das von C. Schmidt gewählte Quecksilberchlorid ist jedenfalls vorzuziehen, schon weil das entstehende Quecksilberchlorür herausfällt. Weit grössere Fehlerquellen müssen bei der von Lindström³⁾ verwandten deluirten Essigsäure entstehen, welche Silicate ziemlich bedeutend angreift. Die auf volumetrischer Bestimmung bei der Zersetzung mit Säuren gebildeter Gase bestehenden Methoden sind zum Theil umständlich, zum Theil von sehr genauen Apparaten abhängig, keineswegs fehlerlos, und es bleibt somit die von Schmidt angewandte Quecksilberchlorid-Methode als beste zur Zeit existirende übrig. Obgleich Rammelsberg⁴⁾ behauptet, dass vom Magnetkies nach 6 Tagen nur 30% durch Quecksilberchlorid zersetzt waren und die hierbei freiwerdende Schwefelsäure nicht der von den Urhebern der Methode (Grewingk - Schmidt) aufgestellten Rechnung entspricht, ferner das Lösungsmittel auch auf den meteo-

1) Etudes sur la Transformation du fer en acier etc. Paris, Gauthier Villars, 1875, pag. 8.

2) G. Tschermak, Mineral. Mitth., 1872, pag. 41.

3) Öfversigt af Kongl. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar, 1869, pag. 715.

4) l. c. Beiträge zur Kenntniss der Meteoriten, pag. 442.

ritischen Olivin einwirke, wandte er es doch bei seinen Bestimmungen an, weil es neutral ist, nichts Feuerbeständiges in die Analyse bringt und leicht als Schwefelquecksilber entfernt werden kann.

Zu meinen Untersuchungen bemerke ich noch, dass der Befund an metallischem Nickel sich in der Quecksilberchloridbehandlung um 0,0845 % niedriger als in den späteren Bestimmungen stellte, hier kein Controlversuch ausgeführt und daher die spätere Zahl als richtiger angenommen wurde.

Das Filtrat von der Einwirkung des Quecksilberchlorids im Wasserstoffstrome ergab in der Titration mit Kaliumpermanganat 18,7929 % metallisches Eisen, im übrigen Theile des Filtrates wurde mittelst Baryumchlorid die gebildete Schwefelsäure bestimmt und der aus dem Baryumsulfat berechnete Schwefel zu 0,0067 % gefunden. Da aber (nach Schmidt) nur $\frac{1}{32}$ des im Magnetkiese enthaltenen Schwefels in der Quecksilberchloridbehandlung zu Schwefelsäure oxydirt wird und in Lösung geht, so muss das 31-fache des hier gefundenen Schwefels als zum Magnetkiese gehörig von der im Niederschlage gefundenen Schwefelmenge abgezogen und hier hinzugerechnet werden. Der dann bleibende Schwefelrest gehört dem Einfachschwefeleisen an.

Gefunden wurden $0,0067\% \text{ S} \times 32 = 0,2144\% \text{ S}$; diese erfordern $0,3283\% \text{ Fe}$ und geben $0,5427\% \text{ Fe}_7\text{S}_8$.

Der durch Quecksilberchlorid ungelöste Antheil mit rauchender Salpetersäure oxydirt, verdünnt, ausgewaschen, abfiltrirt, mit dem 4—5-fachen Gewichte Natriumcarbonat und etwas Kaliumnitrat aufgeschlossen, die Schmelze in Wasser aufgenommen, mit Salpetersäure übersättigt, eingetrocknet, nach dem Befeuchten mit Salpetersäure wieder in Wasser aufgenommen und filtrirt, mit dem ersterhaltenen Filtrate vereinigt, verdunstet, in Wasser aufgenommen und mittelst Baryumnitrat gefällt, ergab den Gesamtschwefelgehalt des Rückstandes.

Gefunden wurden $2,2985\% \text{ S}$, davon das oben bereits berechnete 31-fache $= 0,2077\% \text{ S}$ subtrahirt, verbleiben für

das Eisenmonosulfuret $2,0908\%$ S, welcher $3,6589\%$ Fe bindet und $5,7497\%$ FeS giebt.

Das Filtrat von der Sublimateinwirkung wurde in einem aliquoten Theile mit Schwefelwasserstoffgas und das vom Niederschlage Abfiltrirte weiter mit Schwefelammon behandelt. Der letztere Niederschlag mit Salzsäure in Lösung gebracht, verdunstet, mit Natriumcarbonat und Kaliumnitrat schmelzend oxydirt, zeigte in der wässrigen Lösung qualitativ nachweisbare Spuren von Chrom. Das in Wasser Unlösliche der Schmelze durch Salz- und Salpetersäure in Lösung gebracht und nach dem weiter unten anzugebenden Verfahren vom Eisen befreit, gab $0,3567\%$ MnO = $0,2763\%$ Mn.

Aus dem vom Manganniederschlage (als Phosphat gefällt) erhaltenen Filtrate wurde durch Schwefelammon das Nickel gefällt, abfiltrirt, gelöst und mit Kalilauge gefällt. Erhalten wurden $1,6040\%$ NiO = $1,2657\%$ Ni.

Das nach der Fällung vom Eisen, Mangan, Nickel mittelst Schwefelammon erhaltene Filtrat gab die durch Quecksilberchlorid in Lösung gebrachte Magnesia = $1,3694\%$ MgO.

Bei der Gesamtanalyse wurde das dazu bestimmte Meteoritpulver zunächst mit Wasser bis zur Erschöpfung ausgekocht, abfiltrirt, das Filtrat verdunstet. Erhalten wurden $0,1242\%$.

Wieder in Wasser gelöst und mit $\frac{1}{10}$ normal Silberlösung titrirt, konnten $0,0071\%$ Cl. nachgewiesen werden.

Goebel¹⁾ kochte den unmagnetischen Theil des von ihm untersuchten Meteoriten in Pulverform mit destillirtem Wasser aus und konnte im Filtrate Spuren von Chlor nachweisen. Dieses will er aber nicht als dem Meteoriten gehörig anerkennen, sondern nimmt vielmehr an, dass der Chlorgehalt seine Erklärung in der längeren Aufbewahrung des Objectes als Kinderspielzeug in einem Strandfischerdorfe finde. War das Object zuerst mit Wasser extrahirt

¹⁾ Untersuchung eines am 29. April (11. Mai) 1855 auf Oesel niedergefallenen Meteorsteins. Arch. f. Naturkunde Liv-, Ehst- und Kurlands. Ser. I, Bd. 1, p. 466. (Separatabdr. 1856, p. 22.)

worden, so hatte es bei weiterer Behandlung mit Salpetersäure an dieses kein Chlor abgegeben. Dieser letztere Versuch beweist noch nicht die Abwesenheit des Chlors in der Meteoritenmasse, denn Goebel fand in seinem Objecte Kali, Natron, Kalk, Magnesia etc., deren Chloride in Wasser leicht löslich sind und, falls sie vorhanden waren, durch Kochen des Pulvers mit Wasser vollkommen extrahirt werden konnten.

Die von mir durch Auskochen mit Wasser erhaltene kleine Menge Rückstandes gestattete nur eine qualitative Prüfung und es konnten Kali, Natron, Spuren Magnesia und etwas Kieselsäure gefunden werden.

Nach dieser Wasserbehandlung mit verdünnter Salzsäure von 1,075 spec. Gew. (15,49 % HCl) bis zur Erschöpfung extrahirt, die vereinigten Filtrate zur Trockne verdunstet, mit Salzsäure mehrmals durchfeuchtet und getrocknet, schliesslich mit salzsäurehaltigem Wasser extrahirt, die Kieselsäure abfiltrirt, gegläht und gewogen, ergab 2,1870 % derselben.

Es darf hier nicht angenommen werden, dass die zu den von der Salzsäure gelösten Basen gehörige Kieselsäure vollständig in Lösung gegangen war, sondern vielmehr, dass ein Theil sich bei der Salzsäurebehandlung bereits abgeschieden hatte und im Rückstande blieb. Es musste daher eine gesonderte Kieselsäurebestimmung erfolgen, bei welcher die Substanz mit Salpeter-Soda aufgeschlossen und die Gesamtkieselsäure in bekannter Weise abgeschieden wurde.

Der bei der Sättigung des Filtrates von der Kieselsäure mit Schwefelwasserstoffgas entstandene geringe Niederschlag löste sich zum Theil in Schwefelammonium und gab die Lösung A und den Niederschlag B.

Nachdem durch qualitative Versuche Zinn als anwesend, die anderen Glieder der Gruppe aber als nicht gegenwärtig constatirt worden, wurde der durch Chlorwasserstoffsäure aus der Lösung A erhaltene Niederschlag mit Königswasser

gekocht, zur Trockne gebracht, in Salzsäure aufgenommen, unter Zusatz von Ammoniumnitrat eingetrocknet, geglüht, mit Salpetersäure gekocht, eingetrocknet, mit Salpetersäure aufgerührt, abfiltrirt, getrocknet, geglüht und gewogen. Resultat: $0,1562 \% \text{ SnO}_2 = 0,1222 \% \text{ Sn}$.

Der Niederschlag *B*, mit starker Salpetersäure gelöst, filtrirt, die Salpetersäure zum grössten Theil verdampft, mit Schwefelsäure und Alkohol der Ruhe überlassen, gab keinen Bleisulfatniederschlag. Mit Natriumcarbonat bis zur schwach sauren Reaction abgestumpft, abermals durch Einleiten von Schwefelwasserstoffgas gefällt, abfiltrirt, in Salpetersäure gelöst, filtrirt, kochend mit Kalilauge gefällt, geglüht, mit Salpetersäure oxydirt, weitergeglüht und gewogen, wurden $0,0927 \% \text{ Cu}$ erhalten.

Im Filtrate von dem durch Schwefelwasserstoffgas entstandenen Zinn-Kupfer-Niederschlage gab Schwefelammon die weitere Fällung. Der Niederschlag in Salzsäure gelöst, zur Entfernung des Schwefelwasserstoffs erwärmt, vom ausgeschiedenen Schwefel abfiltrirt, durch Zusatz von Kaliumchlorat chloridirt, das überschüssige Chlor durch Erwärmen ausgetrieben, mit Weinsäure und dann mit Natronlauge und schliesslich mit genügenden Mengen von Schwefelnatriumlösung versetzt, abfiltrirt, mit schwefelnatriumhaltigem Wasser ausgewaschen, in Salzsäure gelöst, erwärmt, filtrirt, mittelst Kaliumchlorat chloridirt, mit sehr reichlich Salmiak und dann in kleiner Menge mit Ammoniumcarbonat so lange versetzt, als der jedesmal entstandene Niederschlag sich löste und die Flüssigkeit ihre Durchsichtigkeit verlor, darauf langsam bis über das Entweichen der Kohlensäure hinaus zum Sieden erhitzt, mit einigen Tropfen Ammon versetzt, liess beim ersten male das Eisen mangan- und nickelhaltig fallen. In Salzsäure gelöst und in der vorstehenden Weise zum zweiten und dritten mal niedergeschlagen, wurde im Heisswassertrichter reines Eisenoxyd erhalten, das unter den bekannten Vorsichtsmaassregeln geglüht $36,9910 \% \text{ Fe}_2\text{O}_3 = 33,2919 \% \text{ FeO} = 25,8937 \% \text{ Fe}$ ergab.

Das Filtrat vom Eisenniederschlage mit Schwefelammon behandelt, liess die vorhandenen Elemente selbst bei dreitägigem Stehen nicht in erwünschter Schärfe fallen, daher wurde das Ganze eingetrocknet und geglüht, der Rückstand mit 5 Soda und 1 Salpeter aufgeschlossen, mit Wasser extrahirt, das Ungelöste in Salzsäure mit etwas Salpetersäure aufgenommen, eingedampft, wieder in salzsäurehaltigem Wasser aufgenommen, mit Chlorammonium, überschüssigem Ammon und Phosphorsäure versetzt, liess das Mangan fallen, das als Pyrophosphat zur Wägung kam. Erhalten 1,3288 % MnO .

Nach der Fällung des Mangans blieb noch Nickel in Lösung. Diese zur Trockne verdunstet, zur Entfernung der Ammoniaksalze erhitzt und zur Abspaltung der Phosphorsäure mit Soda und Salpeter geschmolzen, die Schmelze durch Extraction mit Wasser von den Alkalisalzen befreit, liess Nickel zurück, das, mit Salz- und etwas Salpetersäure in Lösung gebracht, durch Kalilauge kochend gefällt wurde. Erhalten 1,2718 % NiO oder 0,9974 % Ni .

Das weinsäurehaltige Filtrat vom Eisen-Mangan-Nickelniederschlage, mittelst Schwefelnatrium erhalten, enthielt Chromoxyd und Thonerde. Dasselbe wurde eingedampft und geglüht, der Glührückstand mit obigem Gemisch von Natriumcarbonat und Kaliumnitrat verrieben und geglüht, die Schmelze mit siedendem Wasser aufgenommen, in ein Becherglas gespült, mit Kaliumchlorat und Chlorwasserstoffsäure behandelt, unter successivem Zusatz von Kaliumchlorat bis zur Syrupconsistenz eingedampft, mit Wasser verdünnt und die Thonerde in bekannter Weise durch Ammon gefällt. Erhalten 0,2303 % Al_2O_3 .

Aus dem Chromsäure enthaltenden Filtrate vom Thonerdeniederschlage wurde das Chromoxyd nach Reduction der Säure mittelst Alkohol und Salzsäure durch Ammon bei Einhaltung der bekannten Umstände niedergeschlagen, abfiltrirt, geglüht und gewogen. Erhalten 0,8772 % Cr_2O_3 .

Das Filtrat von der Gesamtfällung von Eisen, Mangan, Nickel, Thonerde und Chromoxyd mittelst Schwefelammon wurde eingetrocknet, geglüht, wiederholt mit Ammoniumcarbonatlösung durchfeuchtet, endlich auch mit Stücken von Ammoniumcarbonat weitergeglüht und gab bei der Extraction mit Wasser Kali und Natron in Lösung, während nur Magnesiumcarbonat ungelöst abfiltrirt werden konnte. Letzteres in verdünnter Schwefelsäure aufgenommen, mit Salmiak, Ammoniak und Natriumphosphat gefällt und als Pyrophosphat gewogen, entsprach 15,0428 % MgO.

Die Lösung der Alkalien mit Schwefelsäure bis zur schwach sauren Reaction versetzt, eingetrocknet, geglüht, mit Stücken von Ammoniumcarbonat weitergeglüht, hinterliess die Alkalimonosulfate. Diese wieder in Wasser gelöst, mit Baryumacetatsolution versetzt, filtrirt, verdunstet, geglüht, mit Wasser behandelt, filtrirt, mit Chlorwasserstoffsäure versetzt, zur Trockne verdampft, wieder gelöst und in bekannter Weise mit Platinchlorid gefällt, gaben die Kaliumverbindung, aus der sich 0,7931 % KO berechnen. Diese auf Kaliumsulfat umgerechnet und vom obigen Doppelsulfat abgezogen, ergeben 1,4179 % NaO.

Nach der Behandlung des Meteoritpulvers mit der verdünnten Salzsäure folgte die weitere Aufschliessung mit Fluss- und Schwefelsäure. Die trockne, mit Salzsäure in Wasser aufgenommene Masse wieder eingetrocknet, wiederholt mit Salzsäure befeuchtet und getrocknet und schliesslich extrahirt, liess den nicht weiter zu berücksichtigenden Kieselsäurerest ungelöst zurück. Bei der nun erfolgten Fällung mit Schwefelwasserstoff konnten in oben beschriebener Weise 0,0991 % Cu erhalten werden.

Aus dem weiteren Schwefelammonniederschlage wurde wie angeführt das Eisen gefällt. 3,2102 % FeO. An Mangan wurden 3,3997 % MnO erhalten. Ferner konnten 0,3528 % Ni, 0,0621 % Al₂O₃, 0,1983 % Cr₂O₃, 3,6911 % MgO bestimmt werden. Die Alkalien wurden diesmal als Chloride gewogen, das dann erhaltene Kaliumplatinchlorid geglüht, ex-

trahirt, aus dem gefundenen Platinmetall das Kali berechnet und von den Doppelchloriden subtrahirt. Erhalten 0,3385 % KO und 2,5235 % NaO.

Beim Aufschliessen mit Fluss- und Schwefelsäure blieb ein geringer Rest ungelöst, in welchem neben jetzt schwindenden, kleinen Mengen graphitoiden Kohlenstoffs nach zweimaligem Aufschliessen mit Soda und Salpeter Eisen und Chrom bestimmt werden konnten.

Der Glührückstand, in Wasser aufgenommen, gab das Chrom in Lösung, der Eisenoxydrückstand aber musste, weil er hartnäckig Natronsalze zurückhielt, in Salpetersalzsäure gelöst und kochend durch Ammoniak gefällt werden. Erhalten 0,1532 % FeO.

Aus dem chromhaltigen Filtrate wurde nach der Reduction mit Alkohol und Salzsäure das Chromoxyd niedergeschlagen. 0,2924 % Cr₂O₃.

Von der in der successiven Aufschliessung erhaltenen Gesamtmenge des Eisens 36,6553 % FeO gehen 24,1623 % FeO (18,7929 Fe) nebst dem an Chromoxyd gebundenen FeO (0,6438 %) ab, bleibt ein Rest von 11,8492 % FeO. Dieser vertheilt sich derart, dass nach Abzug des Eisens der Schwefelverbindungen, des reinen und Nickeleisens für die durch Salzsäure gelösten Silicatgruppen 8,7170 %, für die durch Flusssäure in Lösung gebrachten 3,1165 % und endlich für die Salpeter-Soda-aufschliessung ein ausserhalb der Formel des Chromeisens liegender Rest von 0,0158 % FeO entfallen. Die beiden letzten zusammen 3,1323 % FeO.

Die Summe des im Schwefeleisen, Magnetkies und Kobalt-Nickel-Eisen enthaltenen Eisens beträgt 18,7929 % und entspricht 24,1623 % Eisenoxydul.

Durch Salzsäure in Lösung gebracht	0,8772 Cr ₂ O ₃	entsprechendes
	0,4126 FeO	
„ „ „ „ „	0,1983 Cr ₂ O ₃	„
	0,0937 FeO	
aus der Salpeter-Soda-Schmelze	0,2924 Cr ₂ O ₃	„
	0,1375 FeO	
	2,0117 FeO.Cr ₂ O ₃ .	

Aus den vorstehenden Resultaten lässt sich folgende Tabelle zusammenstellen:

Magnetkies, Fe_7S_8	0,5427 %	{	0,2144 % S
			0,3283 % Fe
Einfach Schwefeleisen, FeS	5,7497 %	{	2,0908 % S
			3,6589 % Fe
Eisen, Nickel, Spuren Cobalt	16,1559 %	{	14,8057 % Fe
			1,3502 % Ni
Chromeisen, $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$	2,0117 %	{	1,3679 % Cr_2O_3
			0,6438 % FeO
Zinnoxid, SnO_2			0,1562 %
Kupfer, Cu			0,1918 %
Durch Wasser extrahirbar (enthaltend			
0,0071 % Cl)			0,1242 %
Graphitoïder Kohlenstoff in Spuren.			
		Summa	24,9322 %

a) In Salzsäure übergehend:

	Sauerstoff der Basen.	Basen der Silicate.	
Sauerstoff der Monoxyde = 8,7543	1,9371	8,7170 FeO	} = 27,5299
	0,2995	1,3288 MnO	
	6,0171	15,0428 MgO	
	0,1347	0,7931 KO	
	0,3659	1,4179 NaO	
	0,1073	0,2303 Al_2O_3	

b) In Salzsäure unlöslicher Antheil:

	Sauerstoff der Basen.	Basen der Silicate.	
Sauerstoff der Monoxyde = 3,8877	0,6961	3,1323 FeO	} = 13,7480
	0,7661	3,3997 MnO	
	1,7168	4,2919 MgO	
	0,0575	0,3385 KO	
	0,6512	2,5235 NaO	
	0,0290	0,0621 Al_2O_3	

c) An a und b gebunden:

Sauerstoff der Kieselsäure.	Kieselsäure.
18,6478	34,9646 SiO_2

Summa 101,1747

Rechnungs-, Wägungs- und analytische Fehler haben 1,1747 % mehr finden lassen, als sich naturgemäss hätten ergeben dürfen. Andererseits kann auch behauptet werden, dass dieser Mehrbefund wol auf das Material selbst zurückgeführt werden kann, da letzteres kein gleichmässiges Product ist, sondern durch die ungleichmässige Ablagerung des Schwefeleisens, Magnetkieses, Nickeleisens u. s. w., welche bald gedrängter, bald weiter auseinanderliegend in die Grundmasse eingebettet sind, wie bereits erwähnt, wol recht beträchtliche Verschiebungen der Componenten in den verschiedenen Theilen des Meteoriten finden lassen muss. Für die nothwendigerweise getrennt ausgeführten analytischen Bestimmungen kann man entweder für jede Untersuchung ein gesondertes Stück vorbereiten oder ein gleichmässig hergestelltes Pulver getheilt verwenden. Für den vorliegenden Fall ist dieses durchaus nicht rathsam, da die conglomerirten Meteoritbestandtheile specifisch wesentlich differirt sind, Entmischungen und damit Erhöhung der Fehler sehr nahe liegen.

Nimmt man an, dass Magnesiasilicate der Formel $2 \text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$, durch mässig verdünnte Salzsäure gelöst, diejenigen der Formel $\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ von derselben Säure nicht oder unvollständig gelöst werden und die nach der Formel $\text{RO} \cdot \text{R}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2$ zusammengesetzten Silicate bei Gegenwart von viel alkalischen Erden schwer oder unlöslich sind und mit wachsendem Alkaligehalte löslicher werden, so lassen sich auf Grundlage solcher Erwägungen Berechnungen aufstellen, die der Erkenntniss der Constitution der Mineralien wol nähern könnten, nicht aber mit Sicherheit zuführen. Die Gruppierung der Elemente, innerhalb der Grenzen der analytischen Befunde, steht zu sehr im Belieben des Analytikers, der leicht verleitet werden könnte, von Lizenzen Gebrauch zu machen, die vom Wege der Wahrheit abführen¹⁾. Ist eine mineralogisch-mikroskopische Analyse

¹⁾ Siehe auch Rammelsberg, l. c., pag. 447.

vorausgegangen, dann bekommen die chemisch-analytischen Berechnungen ein sichereres Fundament.

Von Werth für die Gruppierung und spätere Berechnung der Constitution der Mineralien sind die Sauerstoffverhältnisse und diese stellen sich für den in Salzsäure übergehenden Antheil des Meteoriten wie folgt:

Sämmtliche Monoxyde zum Sesquioxyde	=	81,6 : 1
Alkalien zur alkalischen Erde	=	1 : 12
Alkalien zu Metallmonoxyden	=	1 : 4,5
Metallmonoxyde zur alkalischen Erde	=	1 : 2,7

In dem in Salzsäure unlöslichen Antheile:

Sämmtliche Monoxyde zum Sesquioxyde	=	134 : 1
Alkalien zur alkalischen Erde	=	1 : 2,4
Alkalien zu Metalloxyden	=	1 : 2,1
Metalloxyde zur alkalischen Erde	=	1 : 1,2

Die von Grewingk und Schmidt¹⁾ gefundenen Sauerstoffverhältnisse der Silicate der in Pillistfer und Buschhof gefundenen Meteorite ziehe ich nachstehend zum Vergleich mit den hier ermittelten heran:

	Sauerstoffgehalt der		
	Monoxyde.	Sesquioxyde.	Kieselsäure.
Pillistfer	10,247	1,163	20,446 = 1 : 0,113 : 1,995
Buschhof	15,847	1,159	19,078 = 1 : 0,073 : 1,204
Misshof	12,6420	0,1363	18,6478 = 1 : 0,011 : 1,475

Was die Basicität anlangt, so stellt sich der Meteorit von Misshof zwischen die beiden ebengenannten, nichtsdestoweniger erwies er sich leichter löslich als jene. Abgesehen von dem sehr geringen, schon in Wasser löslichen Antheile wurden von verdünnter Salzsäure (15,49 %ig) 66,7 % sämmtlicher Silicate in Lösung gebracht, gegenüber den 14,6 % des Pillistfer'schen und 60,1 % des Buschhof'schen Meteoriten, welche in salpetersalzsaure Lösung übergingen.

Zum weiteren Vergleiche der Untersuchungsergebnisse

¹⁾ l. c. pag. 477.

mögen einige von Grewingk und Schmidt aufgestellte Tabellen hier Erweiterung finden.

	Pillistfer.	Buschhof.	Misshof.	Zsadány ¹⁾
Eisen	27,625	24,235	28,6528	27,00
Zinn	—	—	0,1229	} 0,63
Kupfer	—	—	0,1918	
Magnesium	14,199	16,305	11,6008	9,88
Nickel	1,878	1,503	1,3502	2,76
Aluminium	1,328	1,325	0,1561	1,19
Calcium	0,342	0,506	fehlt	2,45
Natrium	0,253	0,193	2,9243	0,23
Kalium	0,199	0,270	0,9394	3,58
Chrom	0,336	0,155	0,9386	0,90
Mangan	0,014	0,048	3,6629	1,64
Phosphor	0,013	0,011	fehlt	0,45
Schwefel	3,492	2,184	2,3052	2,64
Silicium	18,147	16,933	16,3168	16,28
Sauerstoff	32,057	36,154	31,8887	30,95
Kohlenstoff	—	—	Spur	0,21
	99,885	99,832	101,0505	100,79

Im Gehalte an Chrom, Schwefel, Silicium und Sauerstoff ist die Uebereinstimmung des Zsadányer Meteoriten mit dem von Misshof auffallend, im Nickel-, Schwefel- und Sauerstoffgehalte ähnelt dieser dem von Buschhof bedeutend.

Die nachstehende Tabelle giebt den Sauerstoffbedarf der Meteoriten von Pillistfer, Buschhof und Misshof an.

Sauerstoffbedarf zur Bildung von	Pillistfer.	Buschhof.	Misshof.
Eisenoxydul, FeO	7,893	6,924	8,1865
Magnesiumoxyd, MgO	9,467	10,869	7,7339
Nickeloxydul, NiO	0,515	0,412	0,3661
Aluminiumoxyd, Al ₂ O ₃	1,163	1,159	0,1363
Calciumoxyd, CaO	0,138	0,203	—
Natriumoxyd, NaO	0,088	0,067	0,0171
Kaliumoxyd, KO	0,041	0,055	0,1922
Chromoxyd, Cr ₂ O ₃	0,151	0,075	0,4293
Manganoxydul, MnO	0,004	0,014	1,0656
Zinnoxyd, SnO ₂	—	—	0,0333
Kupferoxydul, Cu ₂ O	—	—	0,0242
Kieselsäure, SiO ₂	20,446	19,078	18,6478
	39,906	38,856	37,8323

¹⁾ Dr. Wilhelm Pillitz: Zsadányer Meteorit. Fresenius: Ztschrift. f. analyt. Chem. Jahrg. XVIII, 1879, pag. 58.

In Bezug auf die Meteoriten von Pillistfer und Buschhof sagen Grewingk und Schmidt¹⁾, anknüpfend an den diesbezüglichen Theil der vorstehenden Tabelle: „Diese Thatsache gestattet, beide Meteoriten vom allgemeinen Standpunkte zu identificiren. Ihr kosmischer Ursprung ist derselbe, nur die Lagerungsverhältnisse der Moleküle verschieden. Die Dichtigkeit des Pillistfer- (Aukoma) I ist = 3,652, die des Buschhof-Meteoriten II = 3,527, die mittlere Dichtigkeit ihrer Elemente nach Ausschluss des Sauerstoffs für I = 3,058, für II = 2,909.“

Der hierauf von Grewingk und Schmidt gegebenen Belegtablette schliesse ich die Berechnung für die Elemente des Meteoriten von Misshof an.

	Specif. Gew.	Pillistfer. Volum.	Buschhof. Volum.	Misshof. Volum.
Eisen	7,84	3,523	3,091	3,655
Zinn	7,30	—	—	0,017
Kupfer	8,94	—	—	0,021
Magnesium	1,74	8,160	9,371	6,667
Nickel	8,80	0,213	0,172	0,153
Aluminium	2,56	0,519	0,518	0,061
Calcium	1,58	0,216	0,320	—
Natrium	0,972	0,260	0,199	3,009
Kalium	0,865	0,230	0,312	1,086
Chrom	6,80	0,049	0,023	0,138
Mangan	7,20	0,002	0,007	0,509
Phosphor	1,83	0,007	0,006	—
Schwefel	2,04	1,712	1,071	1,130
Silicium	2,49	7,288	6,800	6,553
Gesamtvolum		22,179	21,890	22,999
Gesamtgewicht		67,828	63,678	69,1618
Mittlere Dichtigkeit, excl. Sauerstoff .		3,058	2,909	3,007

Nach der Hypothese, dass bei der Bildung von Wasser beide Componenten gleichmässig verdichtet, also im flüssigen oder festen Wasser ein Volum flüssiger oder fester

¹⁾ l. c. p. 478.

Wasserstoff (dem Gewichte nach 0,1111) mit $\frac{1}{2}$ Volum flüssigen Sauerstoffs ($\frac{1,778}{2} = 0,889$) zu 1 Vol. Wasser (Gew. = 1) zusammentreten, kann man den Sauerstoff mit der Dichtigkeit 1,778 in den Verbindungen annehmen. Man erhält dann:

	Pillistfer.	Buschhof.	Misshof.
Gesamtvolum aller Meteo-			
tenelemente	40,211	42,227	40,934
deren Gesamtgewicht . . .	99,885	99,832	101,0505
mittlere Dichtigkeit derselben			
vor der chemischen Ver-			
bindung	2,484	2,364	2,469
desgl. nach der chemischen			
Verbindung	3,652	3,527	3,612
100 Volum Elemente verdich-			
ten sich bei ihrer Verbin-			
dung zu	68,02	67,03	68,35
Condensationscoëfficient . .	1,470	1,492	1,463

Auf gleiche Gewichtseinheiten reducirt, enthalten die nichtoxydirten Elemente und Verbindungen:

	Pillistfer.	Buschhof.	Misshof.
Eisen	82,66	68,11	83,0071
Nickel	6,05	13,01	5,9638
Schwefel	11,25	18,79	10,1819
Phosphor	0,04	0,09	—
Kupfer	—	—	0,8472
	100,0	100,0	100,0

Gruppirt und auf gleiche Gewichtseinheiten reducirt, erhält man folgende Resultate:

	Pillistfer.	Buschhof.	Misshof.
Eisenmonosulfür, FeS . . .	21,91	43,72	25,39
Magnetkies, Fe ₇ S ₈	8,30	7,31	2,40
Eisen	63,70	35,87	65,40
Nickel	6,05	13,01	5,96
Phosphor	0,04	0,09	—
Kupfer	—	—	0,85
	100,00	100,00	100,00

Nach diesen letzten Berechnungen steht der Meteorit von Misshof dem von Pillistfer in der Zusammensetzung näher, als dem von Buschhof. Der Gehalt an Eisen, Schwefel, Nickel stellt die beiden sehr nahe, in der Gruppierung aber gehen sie etwas mehr auseinander und sind durch die nichtoxydirten Elemente Phosphor, welcher im Misshof'schen Meteoriten gänzlich fehlt, und Kupfer, das in diesem vorhanden, aber im Pillistfer'schen mangelt, differenzirt.

Stellt man ein Aequivalent Nickel als Einheit hin, so ergiebt sich für dieses, Schwefel und Eisen folgendes atomistische Verhältniss:

	Nickel.	Schwefel.	Eisen.
Pillistfer	1	: 3,39	: 14,25
Buschhof	1	: 2,64	: 5,46
Misshof	1	: 3,15	: 14,67

Nach Abzug von Eisenmonosulfür und Magnetkies enthalten 100 Theile des unoxydirten Antheiles des Misshofer Meteoriten:

90,57 Fe
8,25 Ni
1,18 Cu
100,00

Das atomistische Verhältniss auf 1 Aequivalent Kupfer als Einheit bezogen stellt sich:

Cu	Ni	Fe
1	: 7,54	: 87,43

Bei den vorstehenden Berechnungen habe ich mich denen von Grewingk und Schmidt möglichst angeschlossen, bei der Zusammenstellung der analytischen Befunde, die sich unmittelbar dem Gange der Analyse in der vorstehenden Mittheilung anschliessen, wird indess eine andere Gruppierung angezeigt erscheinen.

Es wurden in der Quecksilberchloridbehandlung 0,3567 % Manganoxydul in Lösung gebracht und die diesem entsprechende Manganmenge müsste als metallisch vorhandenes Mangan in Rechnung gebracht werden, vorausgesetzt, dass

das Quecksilberchlorid auf Mangansilicate nicht ähnlich wie auf Magnesiasilicate wirke und Manganoxydul herauslöse, wie es aus dem Olivin Magnesiumoxyd abspaltet. Ein derartiges Lösungsvermögen für Magnesia kommt noch mehr dem bei dieser Umsetzung entstandenen Eisenchlorür zu und es ist fraglich, ob letzteres nicht etwa dieselbe Wirkung auf Mangansilicate in der vorliegenden Behandlung äussere. Auf diese Umstände macht A. Eberhard¹⁾ in seiner Untersuchung des Meteoriten von Sewrjukowo aufmerksam. Pillitz²⁾ sieht es direct als interessante Thatsache an, dass das Mangan wirklich als Metall zugegen ist, weil es durch Quecksilberchlorid in Lösung gebracht werde.

Sieht man von einer möglichen Silicatzersetzung und Lösung von Manganoxydul durch Eisenchlorür oder Quecksilberchlorid ab und nimmt das hierbei in Lösung gebrachte Mangan als Metall an, so kann man folgende Zusammenstellung entstehen lassen, bei welcher die gefundenen Stoffe nach ihrer successiven Lösung geordnet, das durch die Quecksilberchloridbehandlung gefundene Eisen, Nickel, Mangan von dem in Salzsäure löslichen Antheile in Abzug gebracht wurden.

A. Durch Wasser extrahirbar (enthaltend 0,0071 % Chlor, ferner Kali, Natron, Spuren von Magnesia, Kieselsäure):		0,1242
B. Durch Quecksilberchlorid bestimmt:		
Magnetkies, Fe_7S_8		0,5427
Einfach-Schwefeleisen, FeS		5,7497
Eisen (metallisch), Fe		14,8057
Nickel (metallisch), Ni		1,2657
Mangan (metallisch), Mn		0,2763
C. Durch Salzsäure (1,075 p. spec.) gelöst:		
Eisenoxydul, FeO		8,7170
Zinnoxyd, SnO_2		0,1562

¹⁾ Archiv f. Naturk. Liv-, Ehst- u. Kurlands. Ser. I, Bd. 9. — Separatabzug pag. 10.

²⁾ Analyse des Zsadányer Meteoriten, l. c. pag. 67.

Kupfer (metallisch), Cu	0,0927
Manganoxydul, MnO	0,9721
Thonerde, Al ₂ O ₃	0,2303
Chromoxyd, Cr ₂ O ₃	0,8772
Magnesia, MgO	15,0428
Kali, KO	0,7931
Natron, NaO	1,4179
D. Durch Fluss- und Schwefelsäure gelöst:	
Eisenoxydul, FeO	2,9791
Kupfer (metallisch), Cu	0,0991
Manganoxydul, MnO	3,3997
Nickel (metallisch, Rest), Ni	0,0845
Thonerde, Al ₂ O ₃	0,0621
Chromoxyd, Cr ₂ O ₃	0,1983
Magnesia, MgO	4,2919
Kali, KO	0,3385
Natron, NaO	2,5235
E. Aus der Soda-Salpeter-Schmelze:	
Chromoxyd, Cr ₂ O ₃	0,2924
(dieses fordert zur Bildung von FeO.Cr ₂ O ₃ nur 0,1375 FeO; gefunden wurden aber an)	
Eisenoxydul, FeO	0,1532
Kohlenstoff, C, graphitoide Form:	Spur
F. Kieselsäure, SiO ₂ , gesondert bestimmt	34,9646
	100,4505

Kupfer und Nickel sind unter D. als Metalle aufgestellt, vielleicht aber nicht als solche, sondern etwa als Silicate vorhanden, da sie von Salzsäure nicht vollständig in Lösung gebracht wurden. Nach Stromeyer¹⁾ soll allerdings im meteoritischen Olivin kein Nickeloxydul vorhanden sein.

Nach dem Aufschliessen mittelst Fluss- und Schwefelsäure war graphitoïder Kohlenstoff deutlich sichtbar, jedoch

¹⁾ Schweigger's Journal, 1825, Bd. 44, pag. 260. Cf. A. Eberhard l. c. pag. 19.

war die Menge (wenigstens in dem mir zu Gebote stehenden Material) zu gering, um eine erfolgreiche quantitative Bestimmung zu versprechen. Seit der vor etwa 16 Jahren ausgesprochenen Ansicht, der Diamant könne nur kosmischen Ursprunges sein, gewinnt der Kohlenstoff in den Meteoriten an Interesse. A. Meydenbauer¹⁾ findet beweiskräftige Stützen dieser Ansicht in den Mittheilungen von O. Kersten aus dem Jahre 1887 über die geologischen Verhältnisse an den Fundorten der Diamanten in Südafrika und durch die Handelsnachrichten über die Eigenthümlichkeiten des Vorkommens der Diamanten. Meydenbauer weist ferner auf B. H. Carwill hin, der eine grosse Aehnlichkeit des Muttergesteines der Diamanten in Südafrika mit gewissen, ihm näher bekannten Meteoriten fand. Es kann endlich das Vorkommen von kleinen Diamanten (etwa 1% der Meteoritmasse) in dem am 4. September 1886 in Nowy Urej, Gouvernement Pensa, gefallenem schwarzen Meteoriten als Stütze für die ausgesprochene Ansicht gelten.

Die beiden, wiederholt zum Vergleich herangezogenen, von Grewingk und Schmidt untersuchten Meteorite von Pillistfer und Buschhof sind unzweifelhaft kosmischen Ursprunges, der Nickelgehalt derselben 1,878 resp. 1,503%; es muss daher befremden, wenn man in der von Grewingk im Jahre 1882 veröffentlichten Arbeit: „Ueber ein nickelhaltiges Stück Eisen von Sanarka am Ural“²⁾ folgenden Satz liest: „Da alle unzweifelhaften Meteoriten nicht unter 5% Nickel besitzen, so ist der obige Nickelgehalt (2,1% Ni) zu geringe, um die meteoritische Natur, oder den kosmischen Ursprung des Sanarka-Eisens zu beweisen.“

Es ist ja bekannt, dass bei den Fällungen anderer Elemente, z. B. des Eisens als Hydroxyd oder basisches Salz, sehr leicht und in nicht unbeträchtlichen Mengen

¹⁾ Chem.-Ztg. Jahrg. XIV, pag. 32; Bayerisches Ind.- und Gewerbebl. 1890, XXII, pag. 18.

²⁾ Arch. f. Naturk. Liv-, Ehst- und Kurlands. Ser. I, Bd. 9; Separatabdr. pag. 12.

Nickel mit niedergerissen wird, eine so hartnäckige Fällung desselben ist aber nicht anzunehmen, dass wiederholtes Lösen und Fällen des Eisens, wie ich es bei der vorstehenden Untersuchung auszuführen für nothwendig fand, und das schliessliche Versagen der Reaction auf Nickel im Filtrate nicht wirklich nickelfreie Niederschläge annehmen lassen sollte. Unterlässt man das wiederholte Lösen und Fällen des Eisens, so können allerdings solche Differenzen, wie sie Rammelsberg¹⁾ anführt, entstehen. Rammelsberg fand im Meteoriten:

von Tula . . . 9,84—10,24, Auerbach bloß 2,63 Nickel,

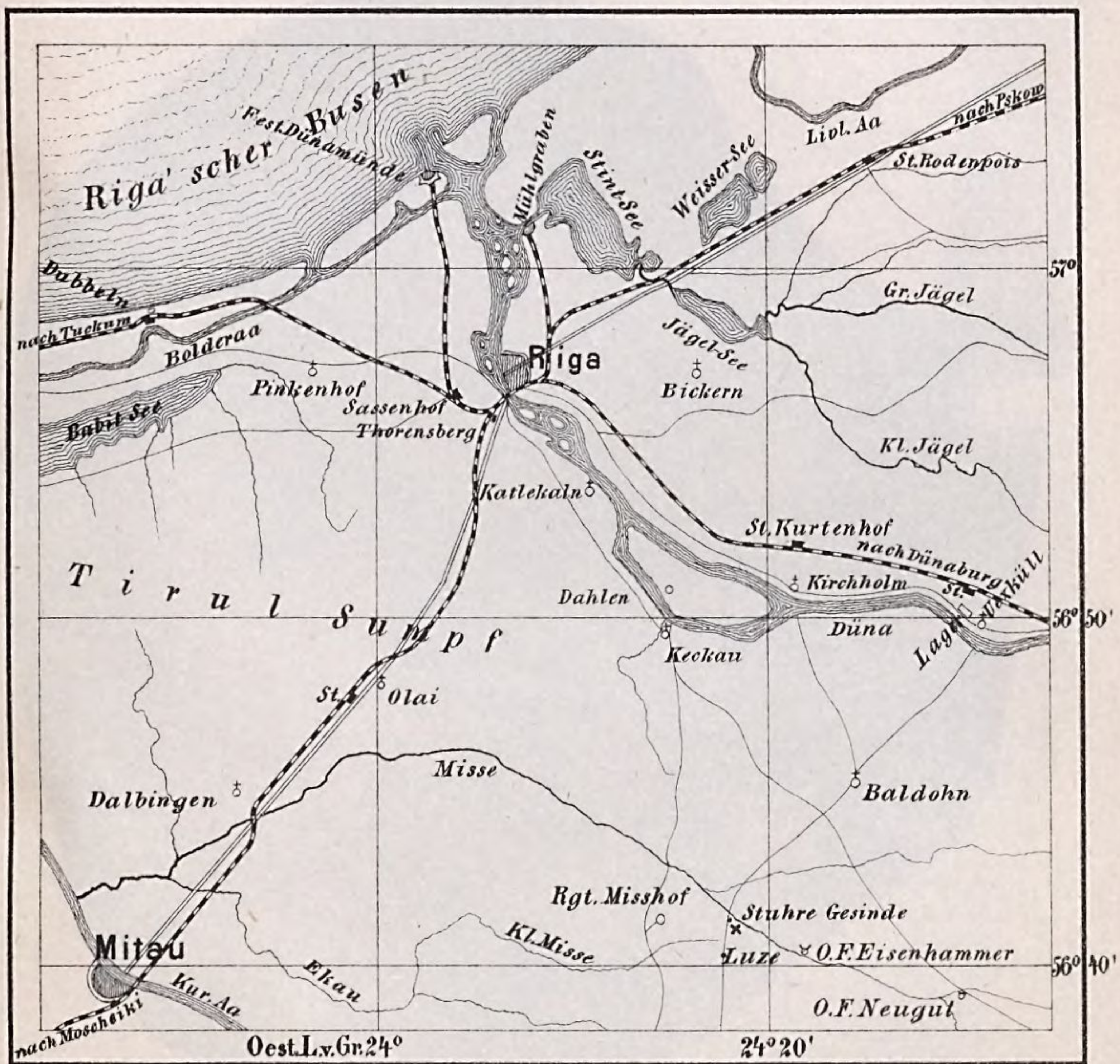
„ Ruffs Mountains 9,65, Shepard „ 3,13 „

„ Lockport . . . 10,73, Silliman „ 5,71 „

Da ich nun einerseits an dem kosmischen Ursprunge des Meteoriten von Misshof keinen Grund zu zweifeln habe, andererseits überzeugt bin, sämmtliches vorhandene Nickel als solches bestimmt zu haben und dieses die 5% für den angeblichen Beweis des kosmischen Ursprunges des Muttergesteines nicht erreicht, so kann ich mich der von Grewingk ausgesprochenen Ansicht nicht anschliessen.

¹⁾ l. c. pag. 441.

× Fallort des Meteorsteines.



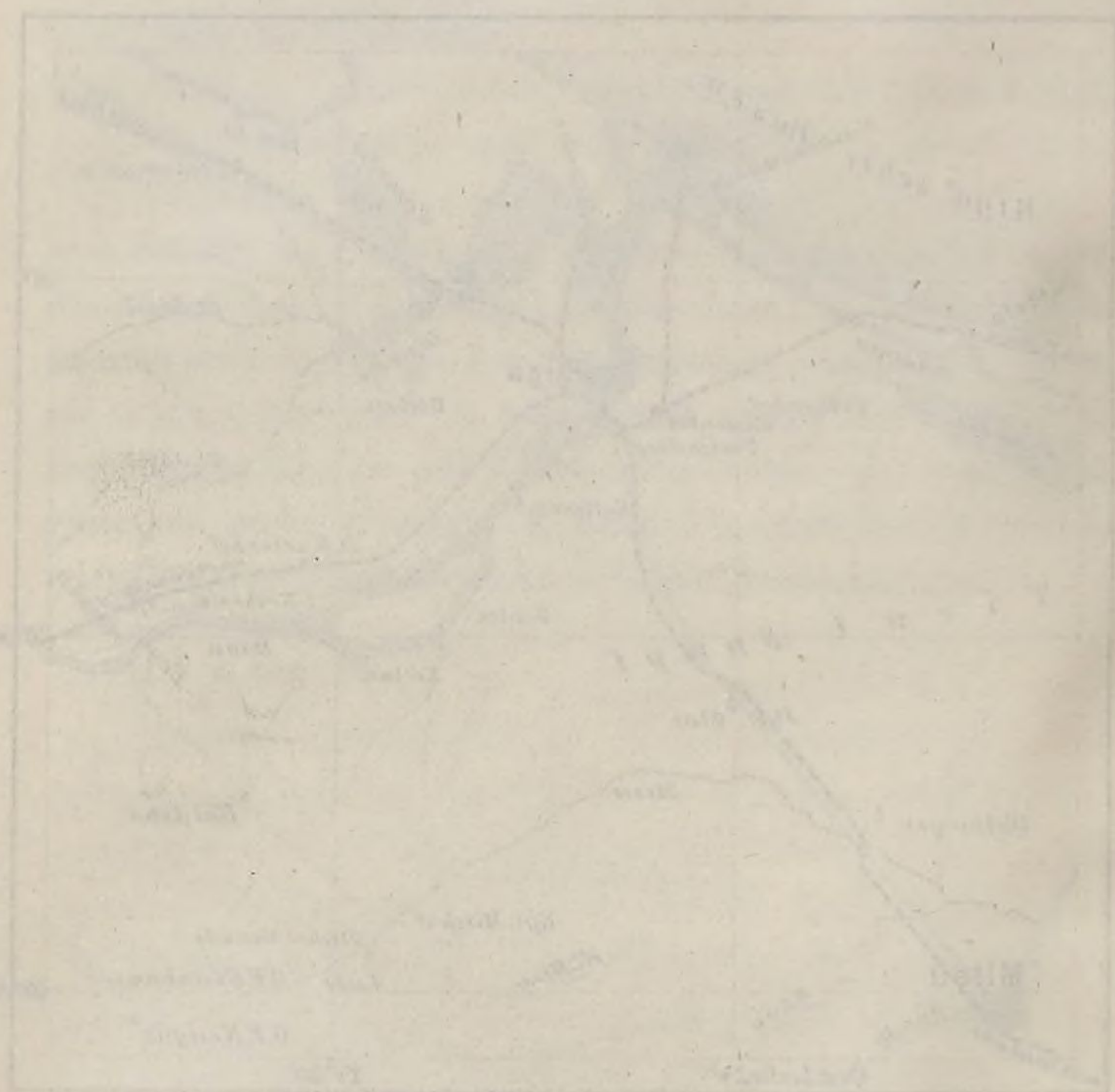
Maasstab

1 : 605000

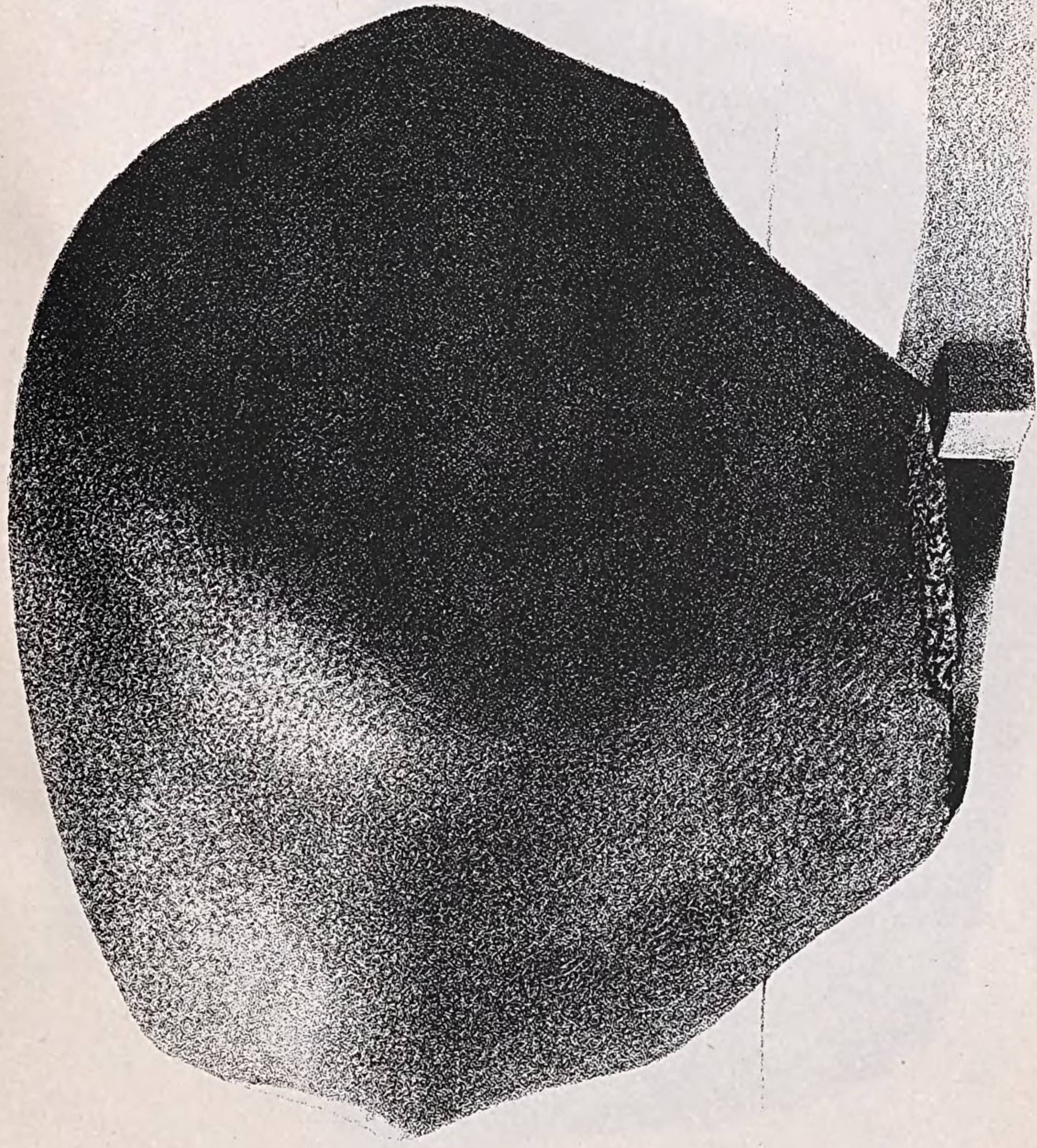
Werst 5 4 3 2 1 0 5 10 15 20 25 30

Kilometer 5 4 3 2 1 0 5 10 15 20 25 30

Fallort des Meteorsteines

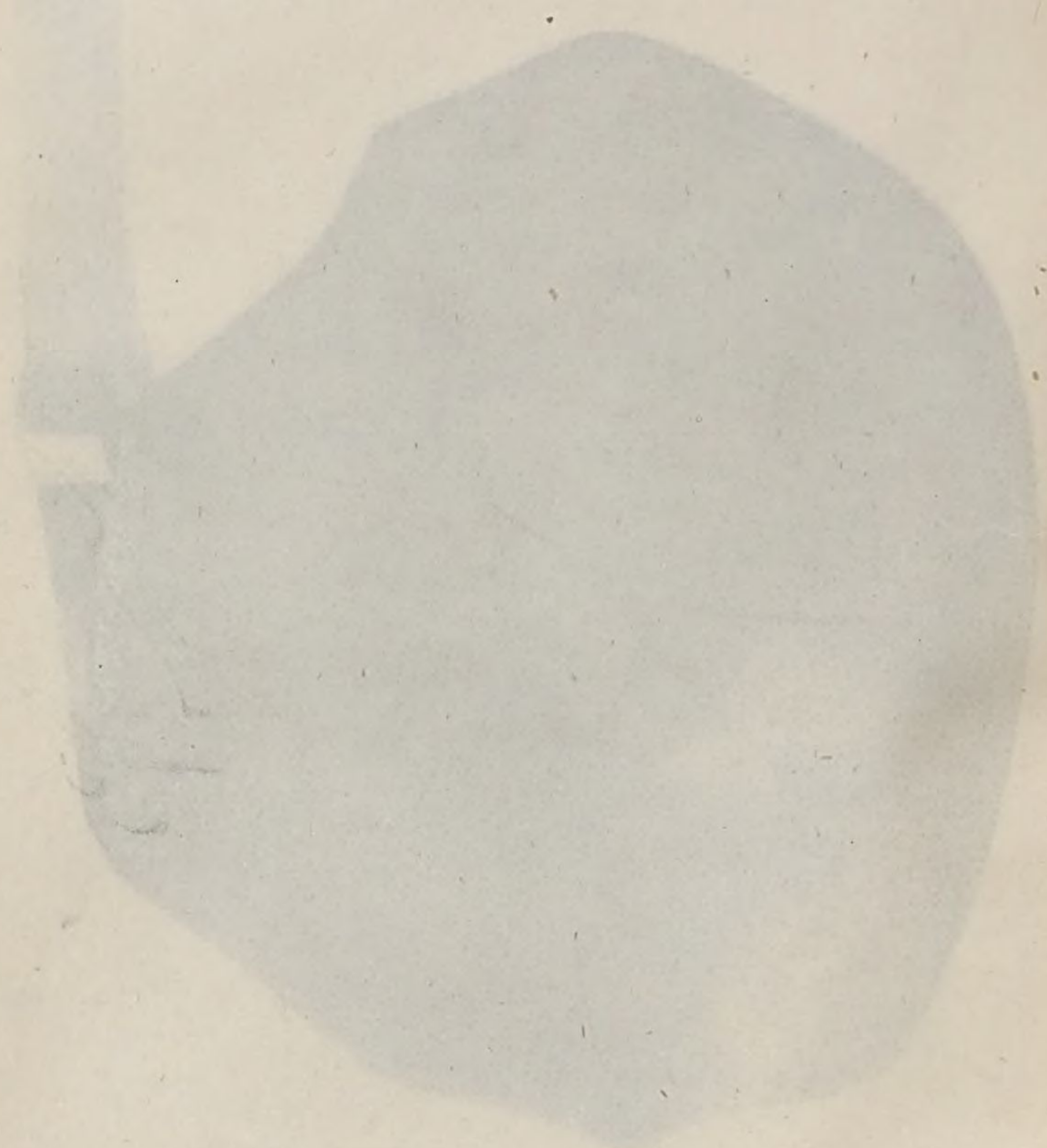


1. ...
 2. ...
 3. ...
 4. ...
 5. ...
 6. ...
 7. ...
 8. ...
 9. ...
 10. ...



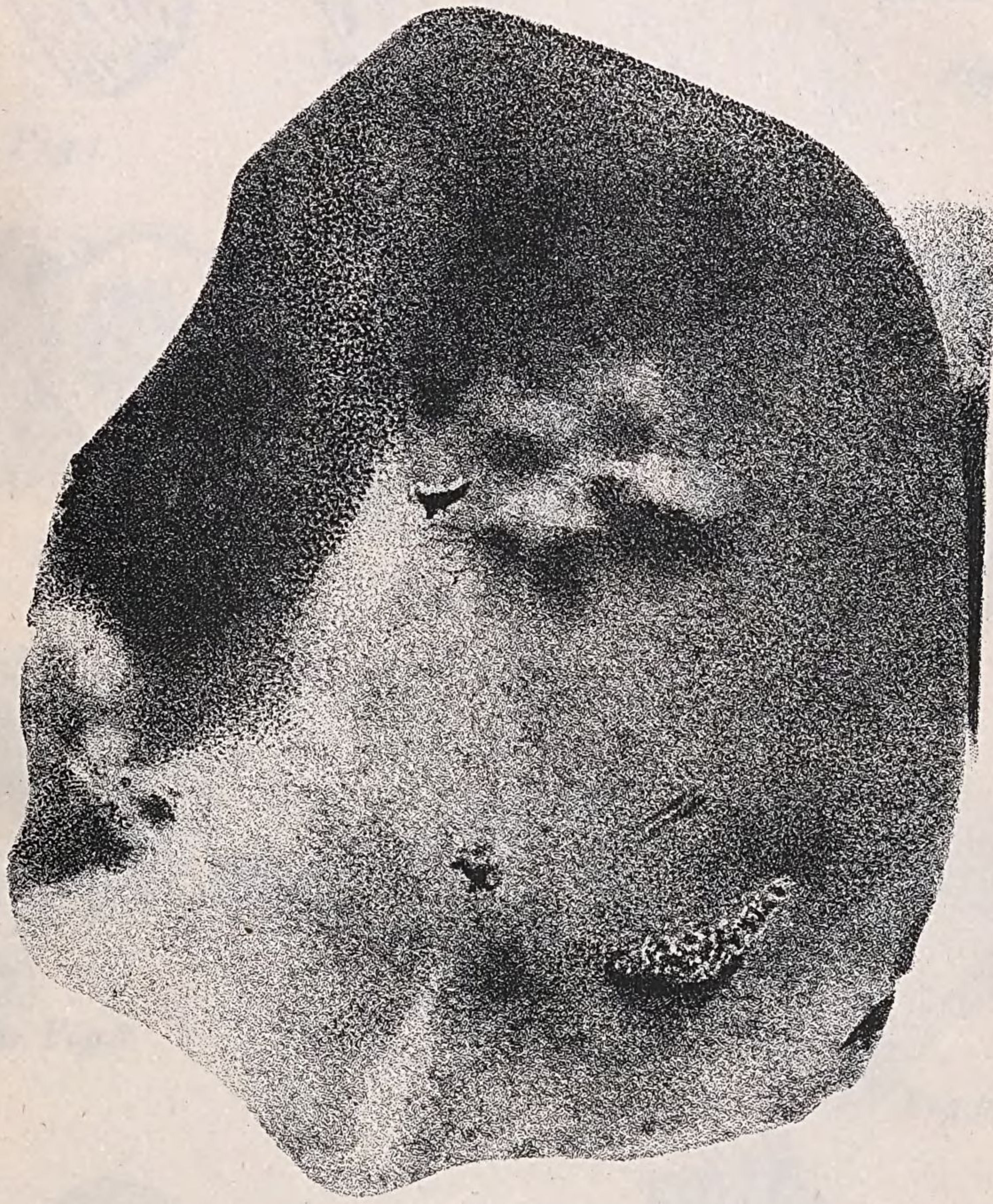
Brustseite des Meteoriten von Misshof.

$\frac{1}{2}$ d.nat.Grösse.



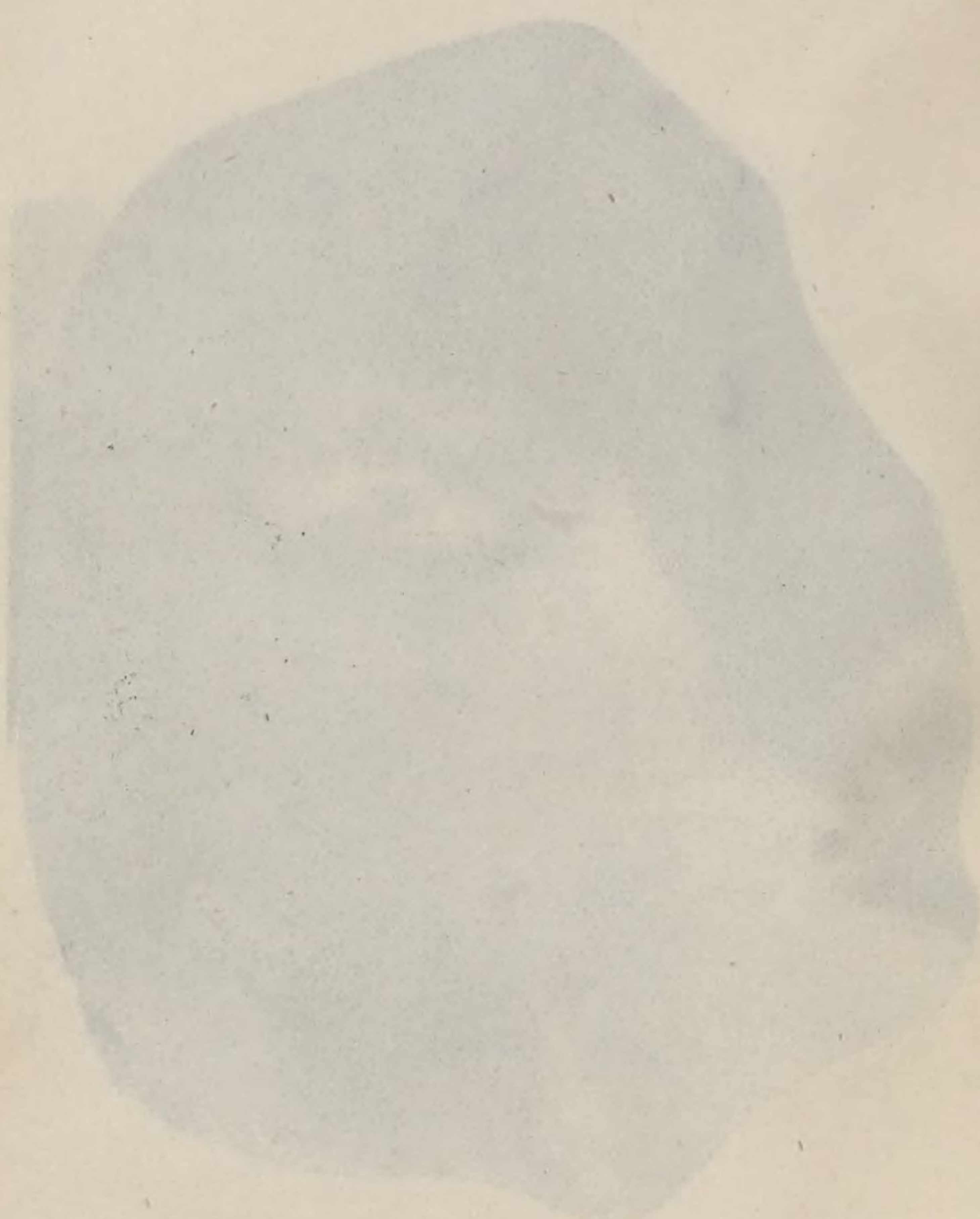
Handwritten text, possibly a signature or date, located on the left side of the page.

Small handwritten text or mark at the bottom left corner.



Rückenseite des Meteoriten von Misshof.

$\frac{1}{2}$ d. nat. Grösse.



70125111 nov notiosito M sub etiosnaxjcu71

444000100111

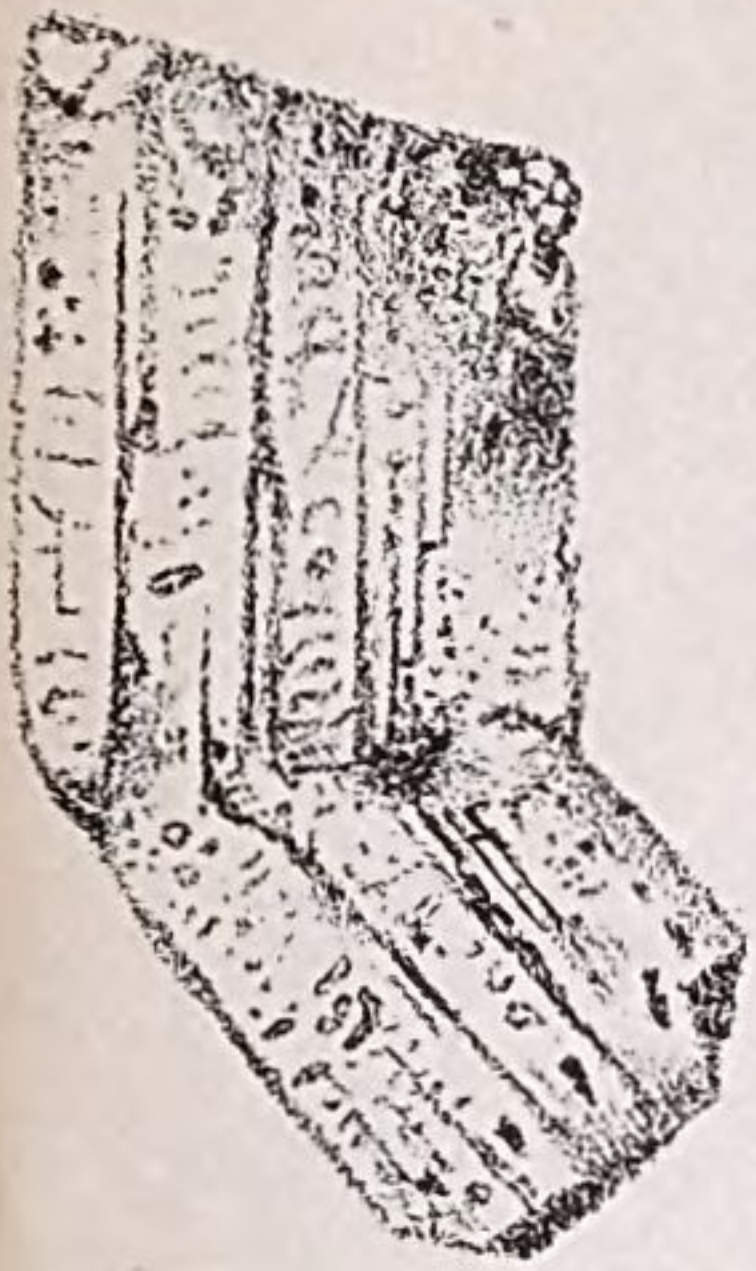


Fig. 1.

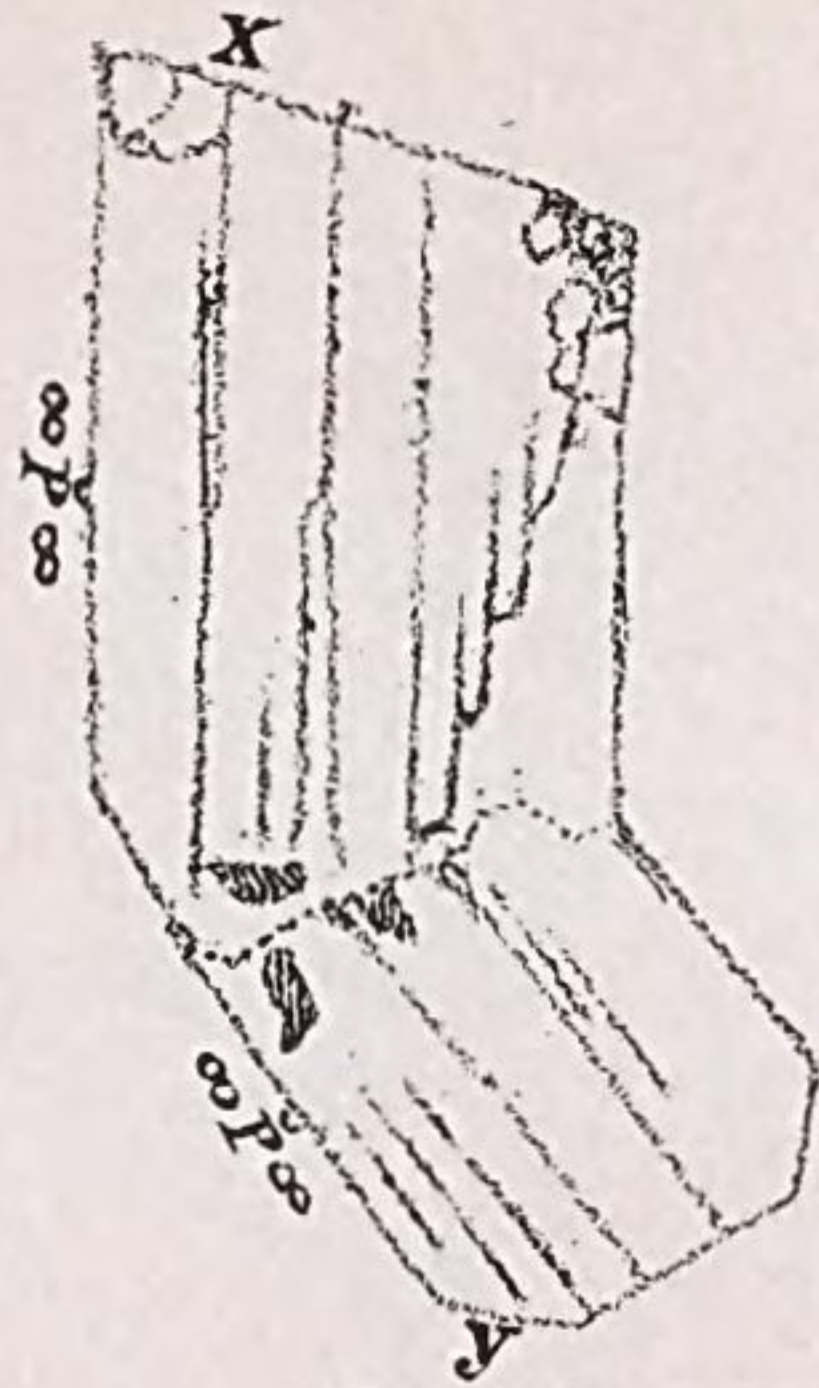


Fig. 2.

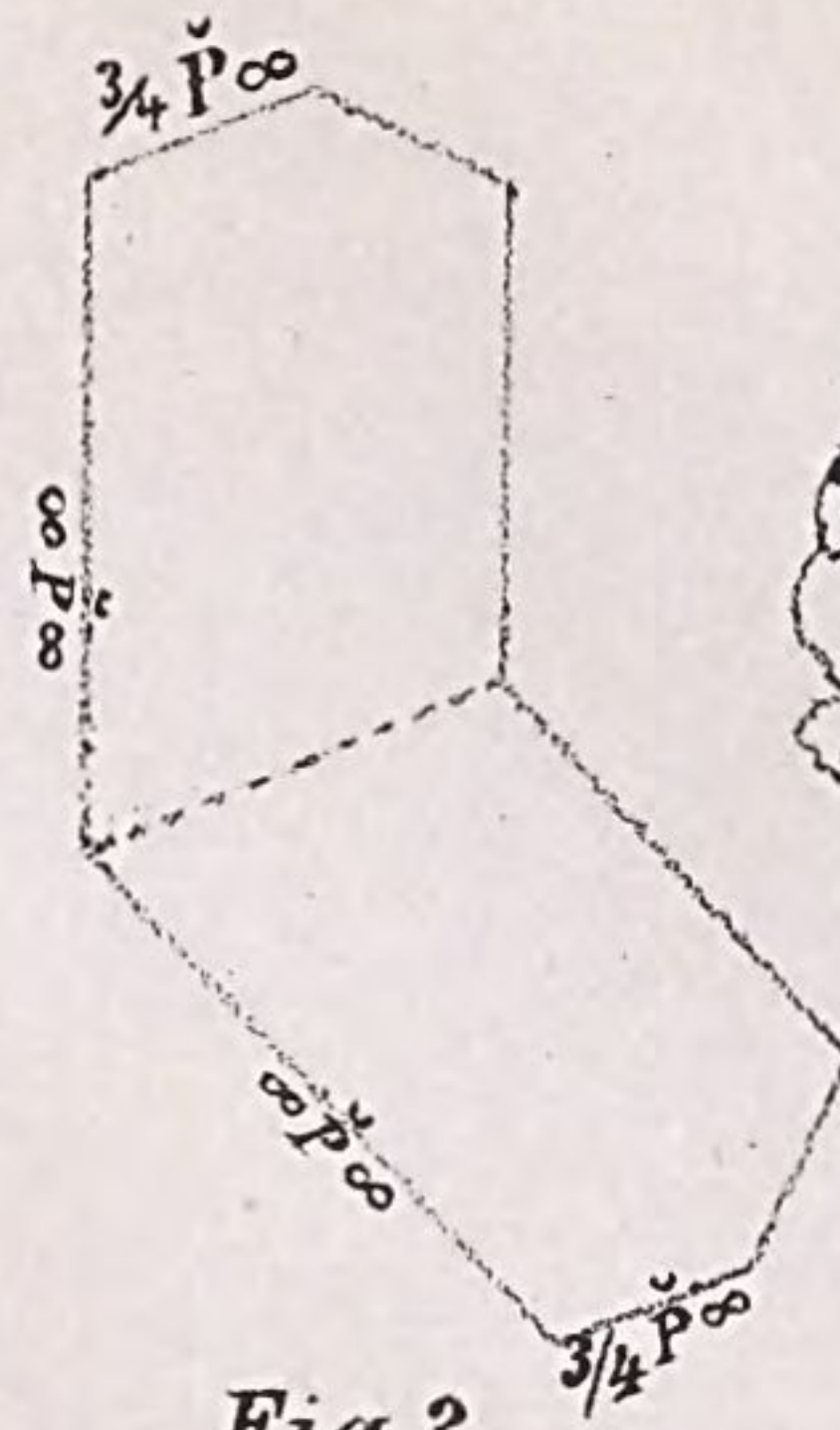


Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 5.

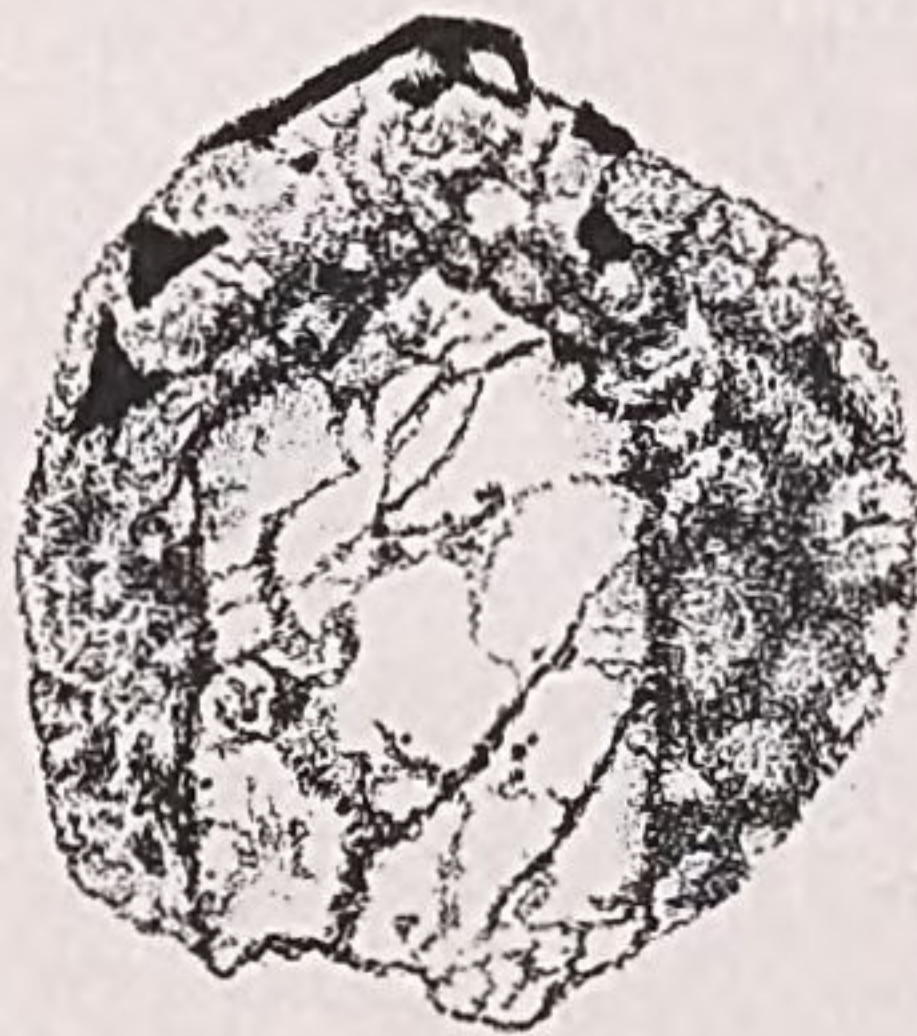


Fig. 6.

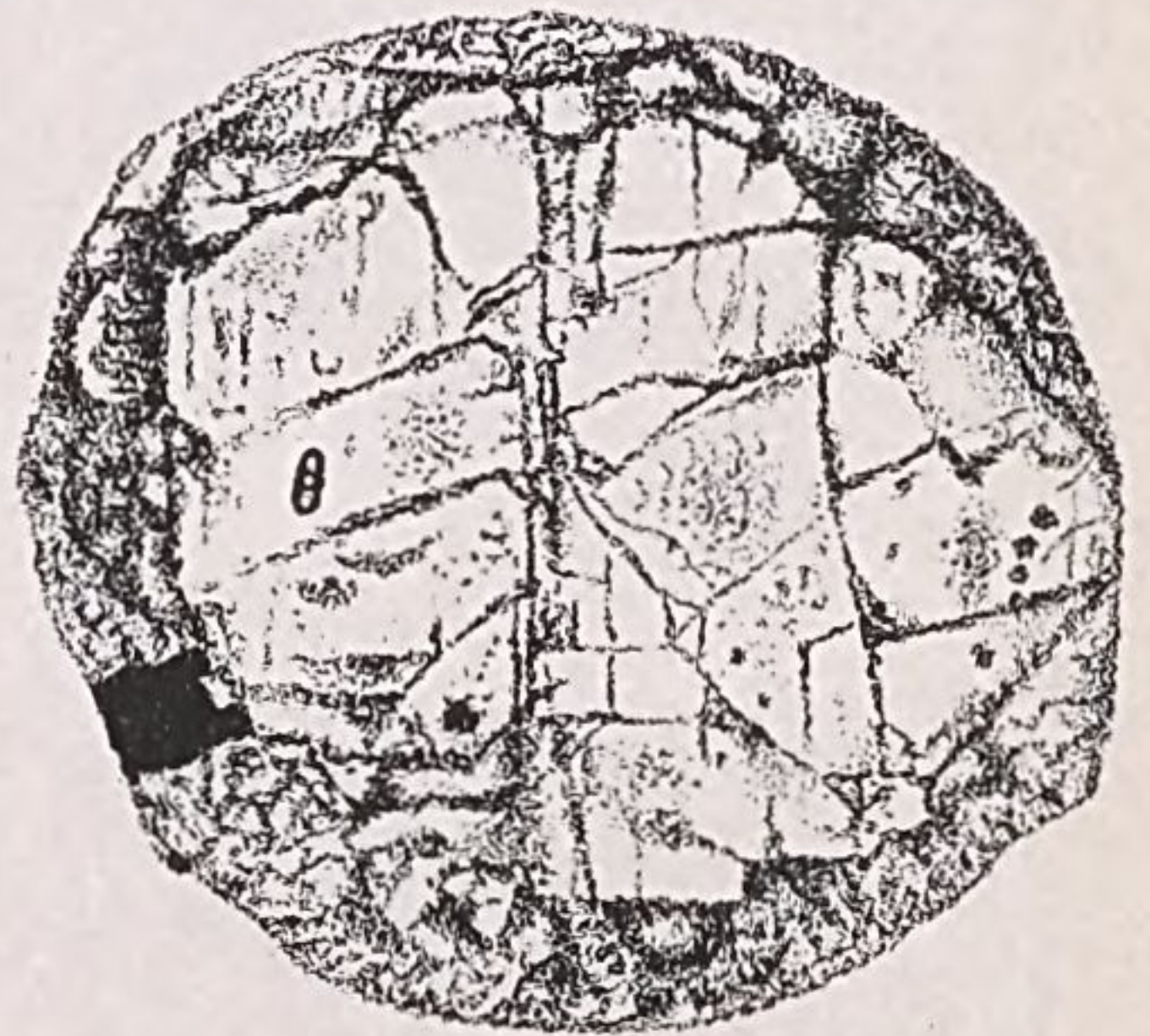


Fig. 7.



Fig. 8.

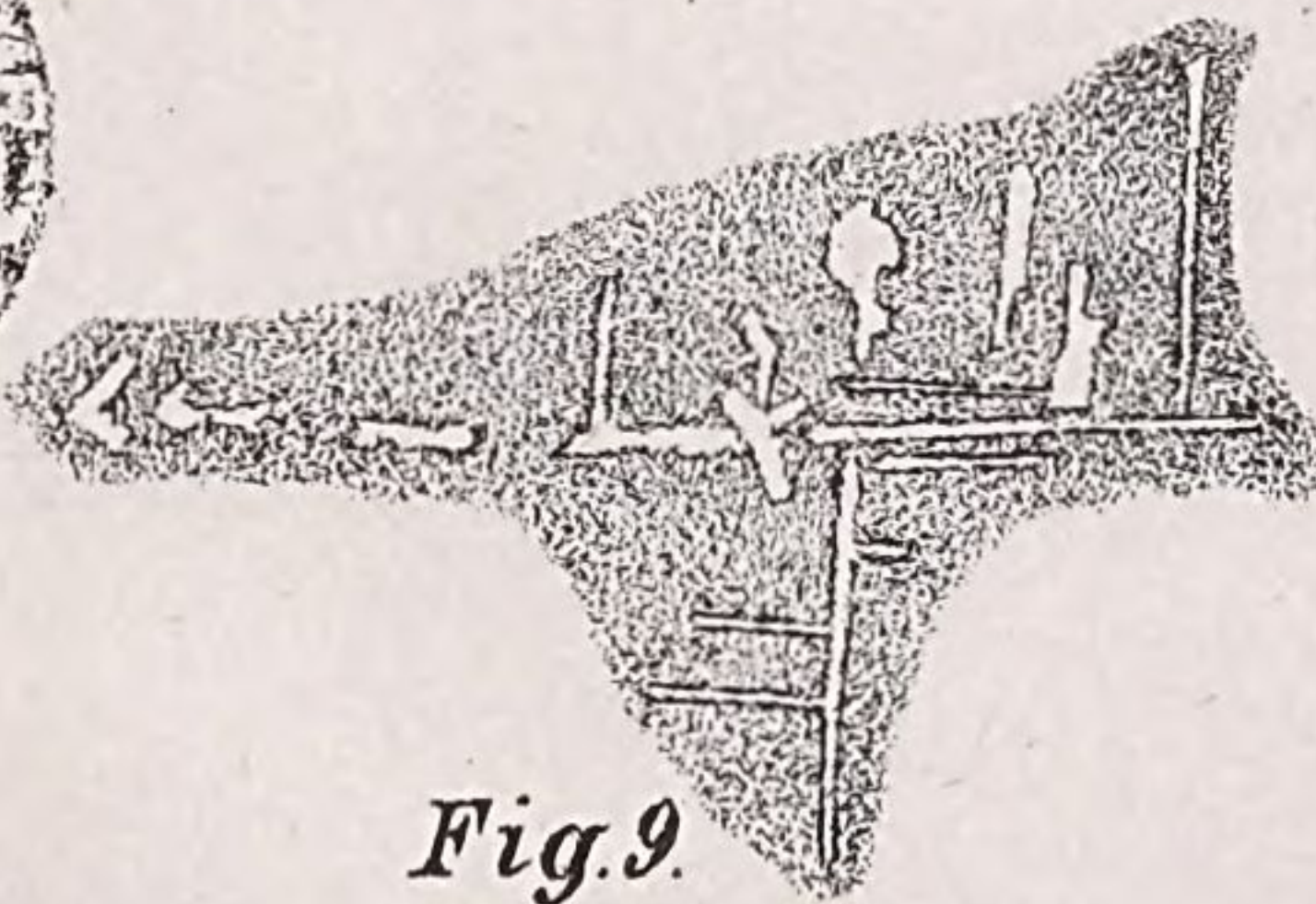


Fig. 9.



Fig. 10.



Fig. 11.

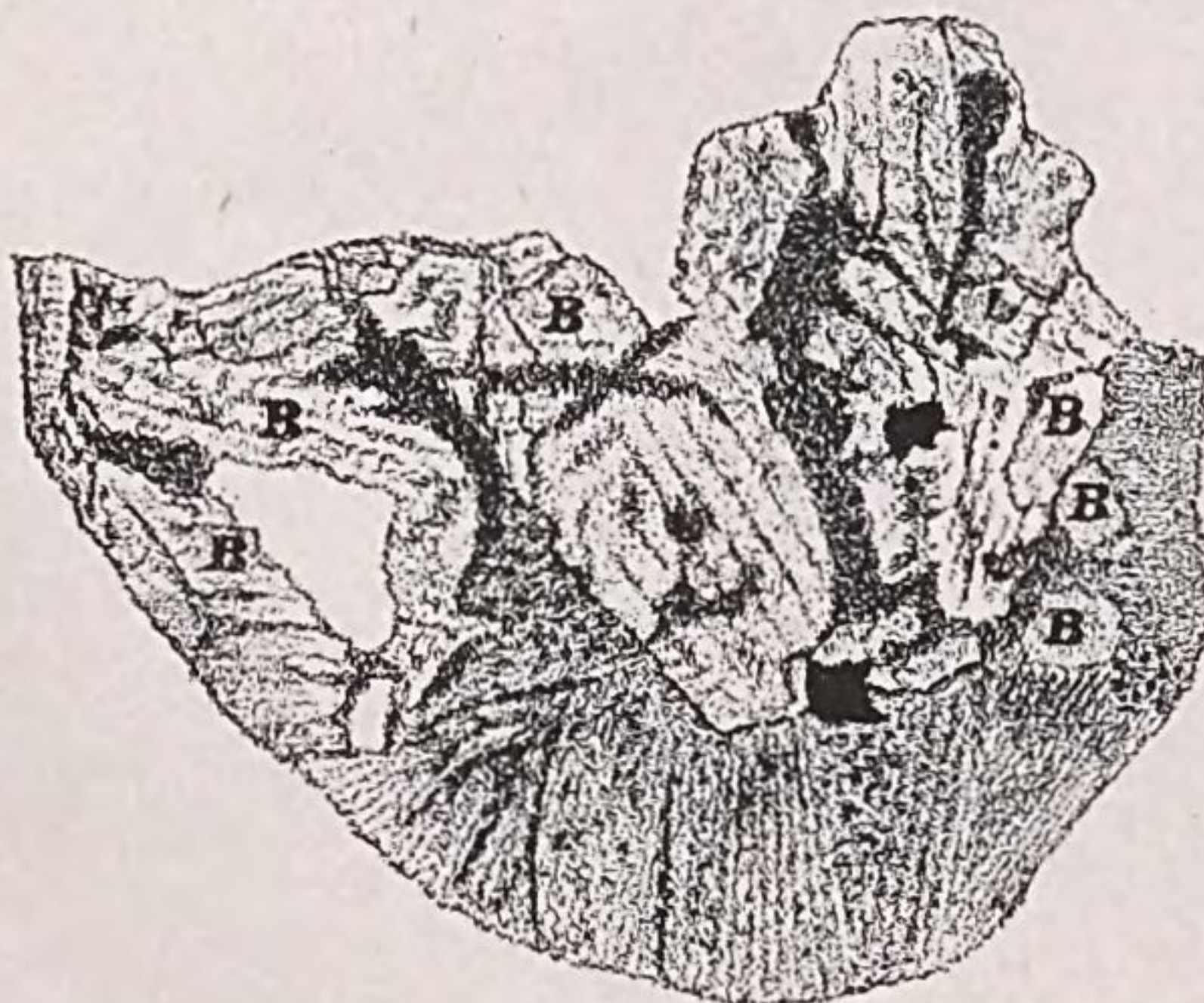


Fig. 12.



Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4

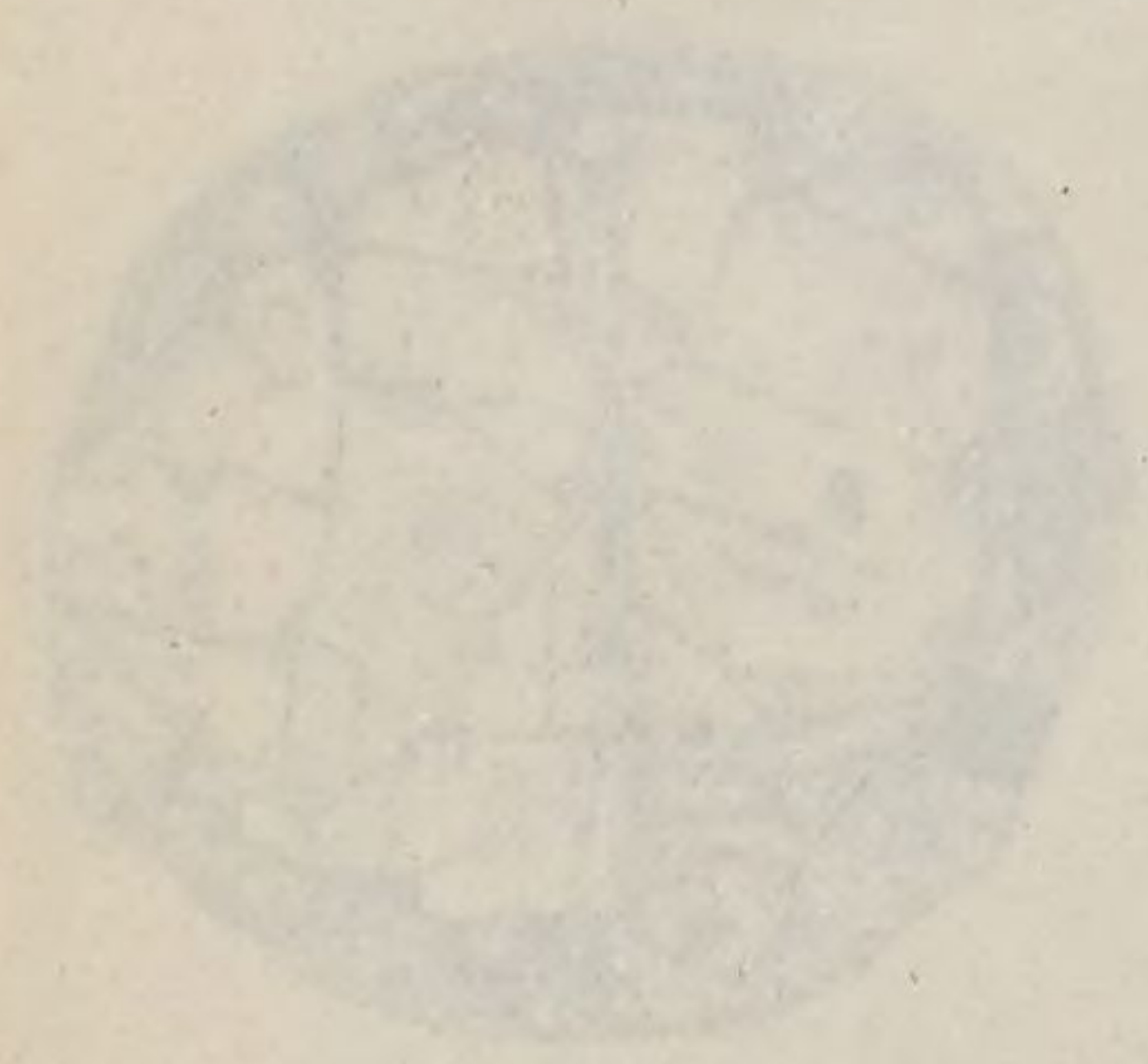


Fig. 5



Fig. 6



Fig. 7



Fig. 8

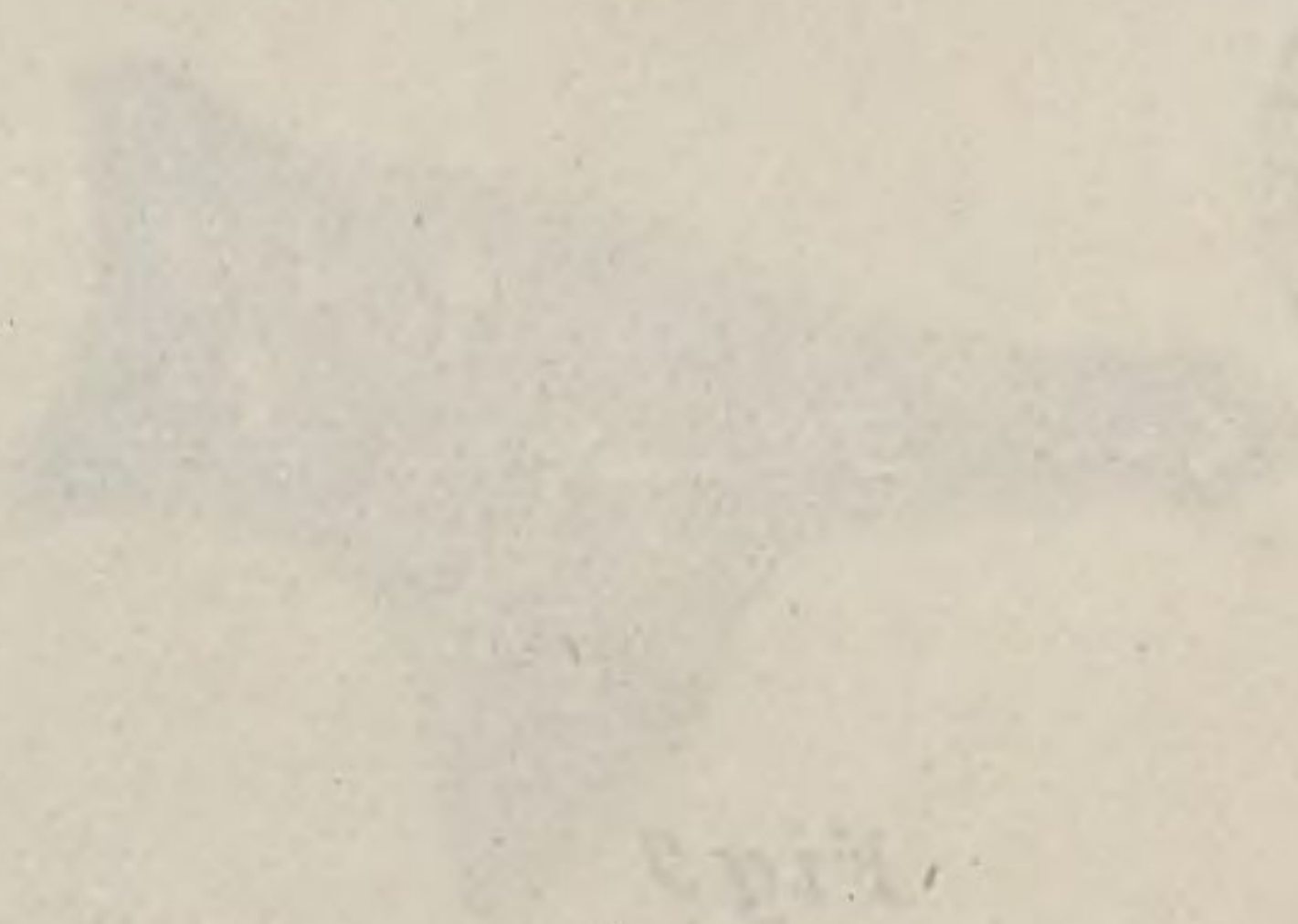


Fig. 9



Fig. 10



Fig. 11



Fig. 12

Doss, Bruno / Doss, Bruno / Johanson, Edwin

<<Der>> Meteorit von Misshof vom 29. März/10. April 1890

Riga 1891

H.nat. 7 v-5/10

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11620638-2